ئەندازیاری میکانیک

وەستانزانی



ئەندازیاریی میکانیك وەستانزانی

Engineering Mechanics Statics

ناوی کتێب: ئەندازیاری میکانیك – وەستانزانی Engineering Mechanics – Statics
بابەت: ئەندازیاری
بژارکردنی: حەمەعەلی محەمەد مەعروف
نۆرەی چاپ: چاپی یەکەم
ساڵی چاپ: 2015

چاپخانە: ئاسیا

بڵاوکراوەی: کتێبخانی دڵشاد

ژمارە مۆبایلی کتێبخانەی دڵشاد: 07701513975

Rawaz7509@yahoo.com
Rawaz7509@gmail.com

Chapter 1 Introduction ---4

Chapter 2 statics of particles --11

Chapter 3 rigid bodies---49

Chapter 4 equilibrium of rigid bodies--------------------------------80

Chapter 5 centroid--96

Chapter 6 Second moment of inertia-----------------------------119

Chapter 7 truss --163

Chapter 8 friction--192

Chapter 9 beams and cables--221

کەسێکی خوێندەوار کە ناخوێنێتەوە جیاوازییەکی ئەوتۆی نیە لەگەڵ کەسێکی نەخوێندەواردا.

Chapter 1 بەشی

Introduction پێشەکی

1.1 Question: What is mechanics?

Mechanics: It is a branch of the physical sciences which deals with the action of the forces on bodies at state of rest or motion. In general ،mechanics can be subdivided into three branches: rigid body mechanics ،deformable body mechanics and fluid mechanics. Rigid body mechanics is divided into two branches: Statics and dynamics.

پرسیار: میکانیك چییە؟

وەڵام: میکانیك لقێکی زانستەکانی فیزیایە کە لەکاریگەری هێزەکان دەکۆڵێتەوە لەسەر تەنەکان لە حاڵەتی وەستاندا یان لە حاڵەتی جوڵەدا. بە گشتی، میکانیك دەتوانرێت دابەش بکرێتەوە بۆ سێ لق: میکانیکی تەنی سەخت، میکانیکی تەنە شێوەگۆڕاوەکان و میکانیکی شلگازەکان.
میکانیکی تەنی سەخت دابەش دەبێت بۆ دوو لق: وەستانزانی و جوڵەزانی.

1.2 What is statics?

Statics is the study of rigid bodies that are stationary or moved with a constant velocity ،the rigid body must be in equilibrium. In the language of statics ،a stationary rigid body has no unbalanced forces acting on it.

وەستانزانی چیە؟

وەستانزانی لێکۆڵینەویە لە تەنەسەختەکانە کە ڕاوەستاون یان جوڵاون بە خێرایيەکی نەگۆڕ. تەنە سەختەکە دەبێت لە هاوسەنگيدا بێت. لە زمانی وەستانزانیدا، تەنی سەختی وەستاو کاری هێزی لاسەنگی لەسەر نییە.

1.3 What is Dynamics?

Dynamics is the study of rigid bodies that are moving with the accelerated motion.

جوڵەزانی چیە؟

جوڵەزانی توێژینەوەی تەنە سەختەکانە کە بە جوڵە تاودراوەکەیان دەجوڵێن.

1.4 Fundamental concepts

زاراوە بنچینەییەکان

1.5 Scalar and vector quantities هێندە ئاڕاستەبڕەکان و هێندە بێ ئاڕاستەکان

1.6 Scalar quantity: It is one which has only magnitude but has no direction such as (Volume ،area ،length ، density and times).

هێندە بێ ئاڕاستەکان: ئەو هێندەیە کە تەنها بڕی هەیە بەڵام ئاڕاستەی نییە وەك (قەبارە، ڕووبەر، درێژی، چڕی، کات).

1.7 Vector quantity: has both of magnitude and direction like velocity ،acceleration ،force.

هێزە ئاڕاستەبڕەکان: ئەو هێندانەن کە بڕیش و ئاڕستەشیان هەیە وەك خێرای و تاودان و هێز.

1.8 What is Particle?

A Particle is very small; it has mass but no size.

تەنۆلکە چییە؟

تەنۆلکە زۆر بچوکە؛ بارستایی هەیە بەڵام قەبارەی نییە.

1.9 What is rigid body?

A rigid body has both a mass and a size.

تەنی سەخت چییە؟

تەنی سەخت بارستایی و قەبارە هەردوکیانی هەیە.

1.10 What is Equilibrium?

When the resultant force and moment are both equal to zero ،the body is said to be in equilibrium.

هاوسەنگی چیە؟

کاتێك هێزی بەرەنجام و زەبر هەردووکیان یەکسان دەبن بە سفر، تەنەکە پێی دەوترێت لە هاوسەنگیدایە.

1.11 Units of measurement

یەکەکانی پێوانەکردن

The four basic quantities (length ،time ،mass and force) are not all independent from one another. In fact ،they

are related by Newton's second law of motion ، **force=mass* acceleration**. Because of this ،the units which used to mesure these quantities can not all be selected arbitrarily. The equality **force=mass* acceleration** is maintained only if three of the four units ،called base units ،are defined and the fourth unit is then derived from the equation.

چوار هێندە بنچینەییەکە (درێژی، کات، بارستایی و هێز) هەمویان سەبەخۆ نین لە یەکێکیاندا. لەراستیدا، پەیوەستن بە یاسی دووەمی نیوتنەوە لە جوڵەیدا (هێز= بارستایی* تاودان) بەهۆی ئەمەوە، یەکەکان کە بەکاردەهینرێن بۆ پێوانی ئەم هێندانە هەموویان هەڕەماکیانە ناتوانرێن دیاری بکرێن. یەکسانی (هێز= بارستایی* تاودان) دەهێڵرێتەوە تەنها ئەگەر بە سیان لەو چوار یەکەیە کە پێیان دەوترێت بنچینەی، پێناسەدەکرێن وە چوارەم یەکەیان لە هاوکێشەکەوە دادەتاشرێت.

1.12 The International System of units (SI units)

The International System of units abbreviated SI after the French "Systēme International d'Unitēs" is a modern version of the metric system which has received worldwide recognition. As shown in table 1.1 ، the SI system defines length in meters (m) ،time in seconds (s) ،and mass in kilograms (kg). the unit of force ،called a newton (N) ،is derived from Force = mass* acceleration. Thus ،1 newton is equal to a force required to give one kilogram of mass an acceleration of $1 m/sec^2$ ($N = kg. m/sec^2$)

سیستمی نێودەوڵەتی یەکەکان

سیستمی نێودەوڵەتی یەکەکان (Si units) کورتکراوەتەوە لە (Systēme International d'Unitēs)ی فەڕەنسییەوە کە وەشانی هاوچەرخی سیستمی مەترە کە وەك ناسێنراوی جیهانی وەرگیراوە. کە لە خشتەی 1.1 دا پیشان دراوە. سیستمەکە درێژی بەمەتر (m) پێناسەدەکات، کات بە چرکە (s) وە بارستای بە کیلۆگرام (kg). یەکەی هێز، پێی دەوترێت نیوتن (N)، کە داتاشراوە لە (هێز=بارستای*تاوادان)ەوە. بەم شێوەیە، 1 نیوتن یەکسانە بە هێزێکی پێویست بۆ پێدانی یەك کیلۆگرامی بارستای تاودانێکی $(1 m/sec^2)$($N=kg.\ m/sec^2$)

Quantities	Unit	یەکەکان	هێندەکان
Length(L)	Meter (m)	مەتر	درێژی
Mass(M)	Kilogram (Kg)	کیلۆگرام	بارستای
Time(T)	Second (s)	چرکە	کات
Force(F)	Newton(N)	نیوتن	هێز
Velocity(V)	(m/s)		خێرای
Acceleration(a)	(m/s^2)		تاودان
Area(A)	(m^2)		ڕووبەر
Density	Kg/m^3		چڕی
Work	N.m or Joul	جول	ئیش
Moment of force	N.m		زەبر
Power	Watt	وات	توانا
Pressure	N/m^2 or pascal	پاسکاڵ	پەستان

خشتەی Table 1.1

1.13 U.S. Customry units

The U.S. customary ،or Britsh system of units ،also called the foot-pound-second (FPS) system ،has been the common system in business and industry in English speaking counties. The FPS system defines length in feet (ft) ،and force in pounds (Ib). The unit of mass ،called a slug ،is derived from Force = mass* acceleration. Thus ، 1 slug is equal to the amount of matter accelerated at 1ft/sec^2 when acted upon by a force of 1Ib (slug= Ib.sec^2/ft)

یەکە فەرمییەکانی U.S

یەکەی فەرمی U.S، یان سیستمی بەریتانی یەکەکان، هەروەها پێشی دەوترێت سیستمی پێ-پاوەن-چرکە (FPS)، کراوەتە سیستمێکی گشتی لە بازرگانی و پیشەسازیدا لەو وڵاتانەی کە بە ئینگلیزی قسە دەکەن.
سیستمەکە درێژی بە پێ (ft) پێناسەدەکات، کات بە چرکە (s) وە هێز بە پاوەن (Ib). یەکەی بارستای، پێی دەوترێت سلەگ (slug)، کە داتاشراوە لە (هێز=بارستای*تاودان)ەوە. بەم شێوەیە، 1 سلەگ یەکسانە بە بڕی مادەیەکی تاودراو بە 1ft/sec^2 کاتێك کاردەکاتە سەری بە هێزێکی 1 پاوەنی (slug= Ib.s^2/ft)

Quantity هێند	FPS units	SI units
Force هێز	Ib	4.44N
Mass بارستایی	slug	14.5kg

Length دریژی	ft	0.3m

Table 1.2 خشتەی

1.14 Mathematical Natation and Formula یاساو تێبینیەکانی بیرکاری

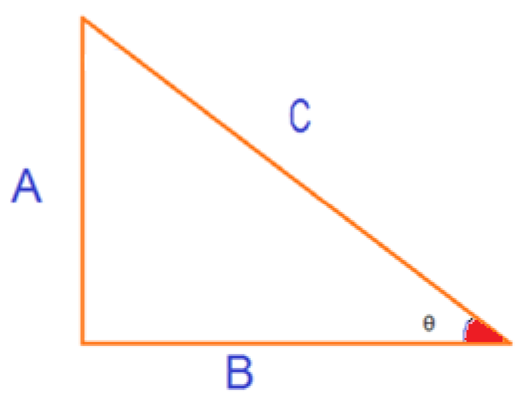


Figure 1.1

$$\sin\theta = \frac{\text{بەرامبەر}}{\text{ژێ}} = \frac{A}{C}$$

$$\cos\theta = \frac{\text{تەنیشت}}{\text{ژێ}} = \frac{B}{C}$$

$$tan\,\theta = \frac{\text{بەرامبەر}}{\text{تەنیشت}} = \frac{A}{B}$$

Sin Ɵ=2Sin Ɵ Cos Ɵ

$\text{Cos } 2\Theta = \text{Cos}^2\,\Theta _ \text{Sin}^2\,\Theta = 1 - 2\text{Sin}^2\,\Theta = 2\,\text{Cos}^2\,\Theta - 1$

Sin (-Ɵ) =- SinƟ

Cos (-Ɵ) =CosƟ

چونکە ئەگەر نرخی گۆشە نێگەتیڤ بوو ئەوا گۆشەکە بە گوێرەی چارەکی چوارەم مامەڵەی لەگەڵدا دەکرێت.

$\text{Sin}^2\Theta + \text{Cos}^2\,\Theta = 1$

$$Sin^2\Theta = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\,Cos\,2\,\Theta$$

$\text{Cos}^2\Theta = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\ \text{Cos } 2\,\Theta$

Sin (Ɵ+α) =Sin Ɵ Cosα + Cos Ɵ Sinα

Sin (Ɵ-α) =Sin Ɵ Cosα - Cos Ɵ Sinα

Cos (Ɵ+α) =CosƟCosα + SinƟSinα

Cos (Ɵ-α) =CosƟCosα - SinƟSinα

$Sec = \frac{1}{Cos\alpha}$

$$\frac{1}{Cos^2 \propto} = 1 + tan^2 \propto$$

$Sec^2 \propto - tan^2 \propto = 1$

درۆزنترین کەس لە دونیادا، ئەو مامۆستایەیە کە پرسیاری زۆر قورس، لە تاقیکردنەوەدا دەهێنێتەوە و لە کۆتا دێڕدا دەنوسێت: بەهیوای سەرکەوتن.

(ئاناتۆل فرانس)

هاوڕێ بۆ هاوڕێ، وەك پینە وایە، ئەگەر هاوشێوەی نەبێت ناشیرینی دەكات.

(شكسپیر)

Chapter 2 بەشی
Statics of particles وەستانزانی تەنۆلكەكان

2.1 Question: What is mechanics?

Answer: Mechanics: It is science which deals with the action of the forces on bodies at state of rest or motion.

پرسیار: میكانیك چییە؟

وەڵام: میكانیك ئەو زانستەیە كە لە كاریگەری هێزەكان دەكۆڵێتەوە لەسەر تەنەكان لە حاڵەتی وەستاندا یان لە حاڵەتی جوڵەدا

2.2 Question: what is force?

Answer: A Force may be defined as the action on body on another body which changer or tend to changer the motion of the body acted on. Force is a push or a pull that one body exerts on another body ،including gravitational ،electrostatic magnetic and constant influences. Force is a vector quantity ،having a magnitude ،direction ،and point of application.

پرسیار: هێز چییە؟

وەڵام: هێز پێناسە دەكرێت وەك كاریگەری تەنێك لەسەر تەنێكی دیكە كە جوڵەكەی دەگۆڕێت یان هەوڵدەدات بۆ گۆڕینی جوڵەی تەنەكەی كە كاری كردوەتەسەر. هێز پاڵنانێكە یان ڕاكێشانێكە كە تەنێك كاردەكاتە سەر تەنێكی دیكە، هێزی كێشكردن، موگناتیزی كارەبایی وەستاو وە كارلێكە نەگۆڕەكان. هێز هێندێكی ئاڕاستەدارە، بڕ و ئاڕستە و خاڵی كارتێكردنی هەیە.

2.3 What is difference between external forces and internal forces ?

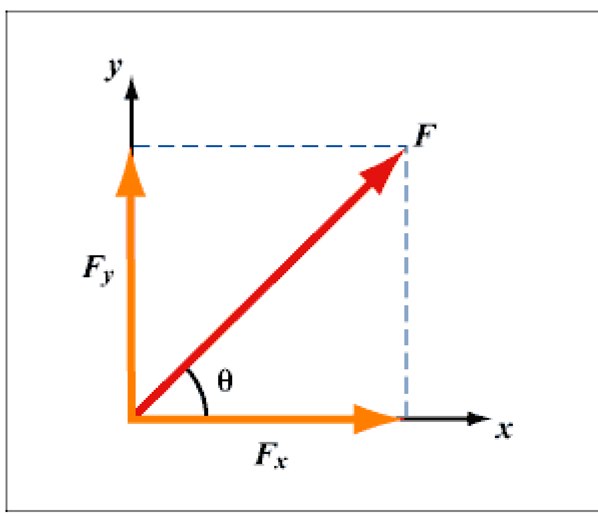
Actions of other bodies on a rigid body are known as external forces. If unbalanced ،an external force will cause motion of the body. Internal forces are the forces that hold together parts of a rigid body. Although internal forces can cause deformation of a body but motion is never caused by internal forces .

جیاوازی نێوان هێزە دەرەکییەکان و هێزە ناوەکییەکان چییە؟

کاری تەنەکانی تر لەسەر تەنە سەختەکان ناسراوە بە هێزی دەرەکی. ئەگەر لاسەنگ بو، هێزێکی دەرەکی دەبێتە هۆی جوڵەی تەنەکە. هێزە ناوەکییەکان هێزەکانن کە بەشەکانی تەنێکی سەخت بەیەکەوە دەبەستێت. هەرچەندە هێزە ناوەکییەکان دەتوانن ببنە هۆی شێوەتێکچونی تەنێك بەڵام هەرگیز بەهۆی هێزە ناوەکییەکانەوە جوڵە نییە.

2.4 How to represent forces?

Forces are frequently represented in terms of unit vectors and force components. A unit vector is a vector of unit length directed along a coordinate axis. Unit vectors are used in vector equations to indicate



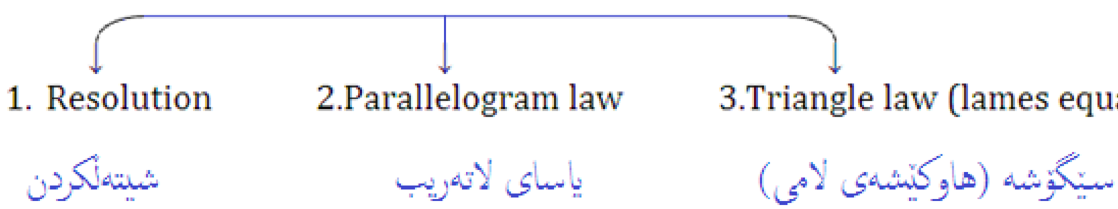
direction without affecting magnitude. In the rectangular coordinate system ،there are three unit vectors ،i ،j ،and k .

Figure 2.1

چۆن هێزەکان پیشان دەدرێن؟

بەزۆری هێزەکان پیشان دەدرێن بە دەستەواژەی ئاراستەبڕەکانی یەکە و پێکنەرەکانی هێز. ئاڕاستەبڕێکی یەکە ئاڕاستەبڕێکی یەکەی درێژییە، ئاڕاستەکراوە بە درێژی تەوەرەی پۆوتانێك. ئاڕاستەدارەکانی یەکە لە هاوکێشەکانی ئاڕاستەبڕەکاندا بەکاردەهێنرێن بۆ دیاریکردنی ئاڕستە بەبێ کاریگەری بڕ. لە سیستمی پۆوتانی لاکێشەیدا، سێ ئاڕاستەداری یەکە هەیە i ، j، k .

2.5 Methods of finding of Resultant ڕێگاکانی دۆزینەوەی بەرەنجامی هێز



2.6 Resolution

.1Resolution: every inclined forces are resolved into their components one on X-axis and the other on Y-axis after that total summation of forces on X-axis (∑Fx) and total summation on forces on Y-axis ∑Fx are taken.

Finally ،the resultant is found due to this formula.

R= $\sqrt{(\sum Fx)^2 + (\sum Fy)^2}$

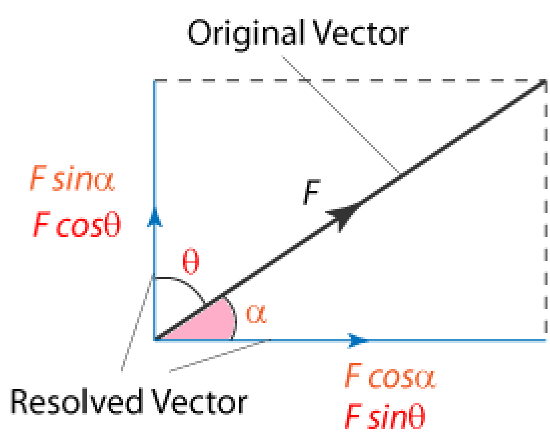
The formula of (tanβ=$\frac{\sum Fy}{\sum Fx}$), can be used to find the direction of the resultant force.

شیتەڵ کردن: هەموو هێزە لارەکان شیتەڵ دەکرێن بۆ پێکهێنەرەکانیان.
یەکێکیان لەسەر تەوەری X و ئەوەی تر لەسەر تەوەرەی Y. دوای ئەوە سەرجەمی کۆکراوەی هێزەکان لەسەر تەوەری X واتە ∑Fx)) و سەرجەمی کۆکراوەی هێزەکان لەسەر تەوەری Y واتە وەردەگیرێت.
لەکۆتاییدا، بەرەنجامەکە بەهۆی ئەم یاسایەوە دەدۆزرێتەوە:

R= $\sqrt{(\sum Fx)^2 + (\sum Fy)^2}$.

دەتوانرێت یاسای (tanβ=$\frac{\sum Fy}{\sum Fx}$) بەکاردەهێنین.بۆ دۆزینەوەی ئاڕاستەی هێزی بەرەنجام.

2.7 How to resolve a single force?



A single force F at an angle θ to the horizontal can be split into perpendicular forces: Fcosθ in the horizontal direction and Fsinθ in the vertical direction.

Figure 2.2

چۆن هێزێکی تاك شیتەڵ دەکرێت؟

هێزێکی تەك (F) بەگۆشەیەك (θ) لەگەڵ ئاسۆدا دەتوانرێت جیا بکرێتەوە بۆ هێزە ئەستونەکان: Fcosθ بە ئاڕاستەی ئاسۆیی و Fsinθ بە ئاڕاستەی ستونی.

(F) لارە شیتەڵکرا بۆ دوو پێکنەر: یەکێکیان لەسەر تەوەرەی (X) واتە X-axis ئەوەی تریشیان لەسەر تەوەرەی (Y) واتە Y-axis

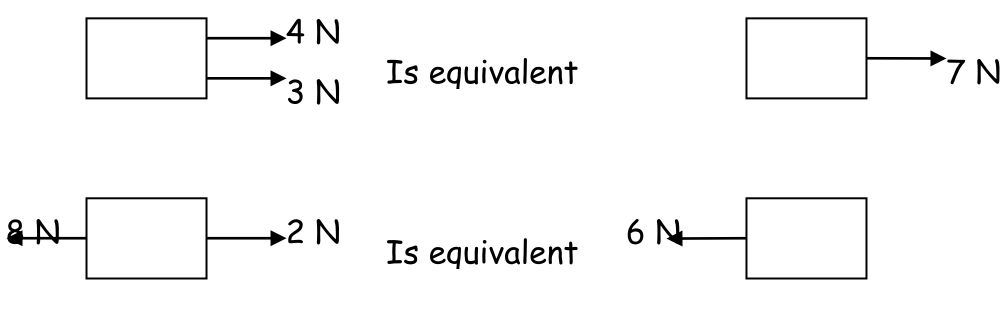


Figure 2.3

The resultant of two forces at right angles to one another is represented by the diagonal of the rectangle whose sides represent the two forces.

بەرەنجامی دوو هێزی گۆشەوەستاو بۆ یەکتر پیشاندراوە بە تیرەی لاکێشەکە کە لاکانی دوو هێزەکە پیشان دەدات.

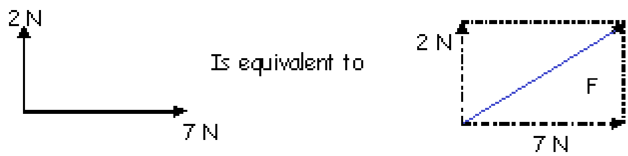


Figure 2.4

$$F = \sqrt{(7^2 + 2^2)} = \sqrt{53} = 7.28N$$

$$Tan\theta = \frac{\sum Fy}{\sum Fx} = \frac{2}{7}$$

θ=15.95˚

تێبینی: ئەم نیشانەیە ($\sum \rightarrow +$) واتا هەموو ئەو هێزانەی کە بەئاڕاستەی دەستە ڕاستن پۆزەتیڤن.

ئەم نیشانەیە ($\sum \leftarrow -$) واتا هەموو ئەو هێزانەی کە بە ئاڕاستەی دەستە چەپن نێگەتیڤن.

ئەم نیشانەیە ($\sum \uparrow +$) واتا هەموو ئەو هێزانەی کە بەئاڕاستەی سەرەوەن پۆزەتیڤن.

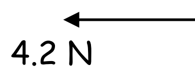
ئەم نیشانەیە ($\sum \downarrow -$) واتا هەموو ئەو هێزانەی کە بە ئاڕاستەی خوارەوەن نێگەتیڤن.

The resultant of these two forces is a force of 7.28 N at an angle of 15.95˚ to the 7N force.

بەرەنجامی ئەم دوو هێزە هێزێکی (7.28 N) بە گۆشەی (15.95˚) بۆ هێزە (7N)ەکە.

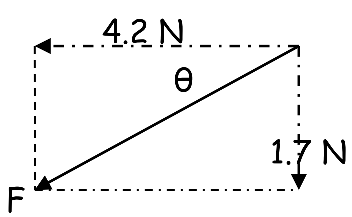
Example 2.1: Find the resultant of the two forces which shown in the **Figure 2.5**.

نمونە: بەرەنجامی دوو هێزەکە بدۆزەرەوە کە لە وێنەکەی (2.5)دا پێشاندراون.



Solution

Figure 2.5



$$F = \sqrt{4.2^2 + 1.7^2} = 4.531N$$
$$Tan\theta = \frac{1.7}{4.2}$$
θ=22.04˚

Hence the resultant of the two forces is a force of 4.532 N at an angle of 22.04˚ below the 4.2N force.

لەبەرئەوە بەرەنجامی ئەم دوو هێزە هێزێکی (4.532 N) بە گۆشەی (22.04˚) لەژێر هێزە (4.2N)ەکە.

Note: any two forces can be combined to produce a resultant ،then any force can be resolved into two perpendicular forces called the components of the force.

تێبینی: هەر دوو هێزێك دەتوانرێت کۆبکرێتەوە بۆ بەرهەمهێنانی بەرەنجامێك، پاشان هەر هێزێك دەتوانرێت شیتەڵ بکێت بۆ دوو هێزی ئەستون پێیان دەوترێت پێکنەرەکانی هێزەکە.

Example 2.2: Demonstrate that the system of forces on the left is equivalent to the single force on the right.
نمونە: بیخەرە ڕوو کە کۆمەڵە هێزەکانی لای چەپ هاونرخە بۆ هێزێکی تاك لەلای ڕاست.



Figure 2.6

Solution شیکار

To find the resultant ،first resolve all forces horizontally and vertically

بۆدۆزینەوەی بەرەنجامەکە، سەرەتا هەموو هێزەکان ئاسۆیانە و ستونیانە شیتەڵبکە.

Force	Horizontal component	Vertical component
10 N	10	0
16 N	0	-16
8 N	8cos60=4	8sin60=6.928
12N	-12cos30=-10.392	12sin30=6
Total	3.608 N	-3.072 N

The resultant is; بەرئەنجامەکە

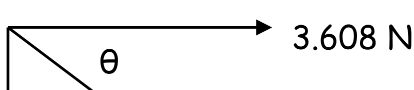


Figure 2.7

$$F = \sqrt{3.608^2 + 3.072^2}$$
$$= \sqrt{13.02 + 9.44}$$
$$= \sqrt{22.46}$$
$$= 4.74\ N$$

$$Tan\theta = \frac{3.072}{3.608}$$

$\Theta = 40.4^{\circ}$

Example 2.3: The system of 3 forces on the left is equivalent to the single resultant F at an angle θ to the horizontal. Find F and θ.

نمونە: سیستمە سێ هێزیەکەی لای چەپ هاونرخە بۆ تاکە بەرەنجامێك F بە گۆشەی (θ) بۆ ئاسۆ. (F) و (θ) بدۆزەرەوە.



Figure 2.8

Solution

Force	Horizontal component	Vertical component
1.8 N 3 N 4 N	0 -3cos17 4cos42	-1.8 3sin17 4sin42
Total	0.1037 N	1.754 N

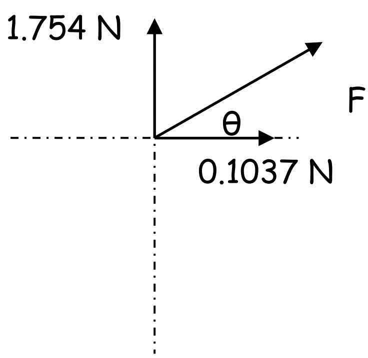


Figure 2.9

$$F = \sqrt{1.754^2 + 0.1037^2}$$
$$= 1.757\ N$$

$$Tan\theta = \frac{1.754}{0.1037}$$

$\theta = 86.61^{\circ}$

Example 2.4: An object of mass 4 kg is attached to the lower end of a light inextensible string. The upper end is fixed to a wall. A horizontal force of P Newtons is applied to the free end of the string so that the string makes an angle of θ with the downward vertical and

with a tension of 200 N. If the 4 kg mass rests in equilibrium ،find P and θ.

نمونە: تەنێکی بارستە (4 kg)ی بەستراوە بە کۆتایی خوارەوەی پەتێکی نەکشاوی سوکەوە. کۆتایی سەرەوەی بەستراوە بە دیوارێکەوە. هێزێکی ئاسۆی (P) نیوتنی دانرا لەسەر سەرەبەرەڵاکەی تری پەتەکە بەمەش پەتەکە گۆشەی (θ)ی دروستکرد لەگەڵ ستونی ڕووی خوارەوە وە بە گرژی (200 N). ئەگەر بارستە (4 kg)ەکە بە هاوسەنگی بوەستێت. (P) و (θ) بدۆزەرەوە.

Solution

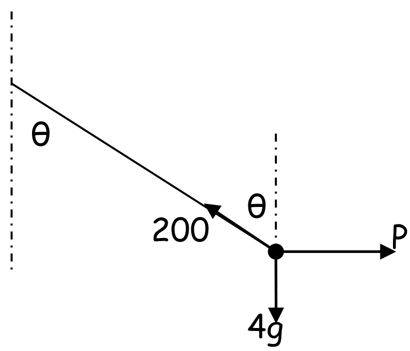


Figure 2.10

<u>Resolving Vertically</u> <u>Resolving horizontally</u>

$200\cos\theta=4g$

$200\sin\theta=P$

$\cos\theta=4 \times 9.8 \div 200$

$200\sin 78.58=P$

$\cos\theta = 39.6 \div 200$ $\qquad$ 200 x

0.98=P

$\cos\theta = 0.198$

P=196.04 N

$\theta = 78.58^{\circ}$

Example 2.5: An object of mass m kg is attached to the lower end of a light inextensible string ،the upper end of which is fixed to a wall. A horizontal force of 40 N is applied to the free end of the string so that the string makes an angle of θ with the downward vertical and experiences a tension of 90 N. If the particle rests in equilibrium find θ and m.

نمونە: تەنێکی بارستە (m kg)ی بەستراوە بە کۆتایی خوارەوەی پەتێکی نەکشاوی سوکەوە. کۆتایی سەرەوەی بەستراوە بە دیوارێکەوە. هێزێکی ئاسۆی (40 N) دانرا لەسەر سەرەبەرەڵاکەی تری پەتەکە بەمەش پوتوکە گۆشەی (θ)ی دروستکرد لەگەڵ ستونی ڕووی خوارەوە وە بە گرژی (90 N). ئەگەر بارستە (4 kg)ەکە بە هاوسەنگی بوەستێت. (m) و (θ) بدۆزەرەوە.

Solution

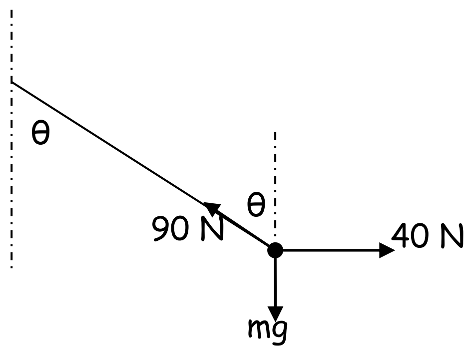


Figure 2.11

<u>Resolving horizontally</u> <u>Resolving</u>

<u>vertically</u>

90sinθ=40

90cosθ=mg

sinθ=40 ÷ 90

90cos26.39=mg

sinθ=0.444

90 x

0.896=9.8m

θ=26.39˚

80.623=9.8m

80.623 ÷ 9.8=m

m=8.23 kg

Example 2.6: An object of mass 5 kg is supported by two inextensible strings ،the other ends of which are attached to 2 fixed points P and Q on a ceiling. The 5 kg mass rests in equilibrium with one string with a tension T Newtons and inclined at 30˚ to the horizontal and the other with a force of S Newtons and inclined at 45˚ to the horizontal. Find T and S.

نمونە: تەنێکی بارستە (5 kg)ی ڕاگیر کراوە بە دوو پەتیی نەکشاو، کۆتایەکانی بەستراوە بە دوو خاڵی جێگیرەوە P و Q بە سەقفێکەوە. بارستە (5 kg)ەکە بە هاوسەنگی وەستاوە بە یەك پەت بە گرژی (T) نیوتن وە بەلاری (30˚) بۆ ئاسۆ وە ئەوەی تریان بە هێزێکی (S) نیوتنی وە بە لاری (45˚) بۆ ئاسۆ. (S) و (T) بدۆزەرەوە.

Solution

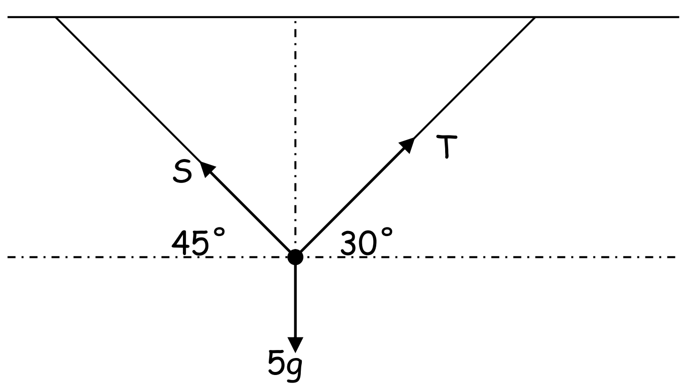


Figure 2.12

Resolving horizontally بە ئاسۆیی شیتەڵکردن

$S\cos 45 = T\cos 30$

0.707S=0.866T

S= (0.866 X T) ÷ 0.707

S=1.225 T …………………..(1)

Resolving verticallyبه شاوڵی شیتەڵکردن

Ssin45 + Tsin30=5g

0.707S + 0.5T=5 x 9.8

0.707S + 0.5T=49 …………(2)

Substituting equation (1) into equation (2)

دانانەوەی هاوکێشەی (1) بۆناو هاوکێشەی (2)

0.707 x 1.225T + 0.5T =49

0.866T + 0.5T=49

1.366T=49

T=49 ÷ 1.366

T=35.87 N

S=1.225 x 35.87

S=43.93 N

2.8 Parallelogram Law

یاسای لاتەریب

هەنگاوەکانی شیکارکردنی پرسیار بە ڕێگەی لاتەریب:

1. بە هۆی دوو هێزەکەی پرسیارەکەوە لا تەریبێك دروست دەکەین بەم شێوەیە:

هێزی یەکەم تەریب بە هێزی دووەم بە هێڵێکی شاراوە (hidden line) درێژ دەکەینەوە، وە هێزی دووەمیش تەریب بە هێزی یەکەمی هەیە چونکە تەریبە پێی. ئەم دوو هێزە درێژ کراوەیە لە خاڵێکدا یەك دەگرن ناوی دەنێین(P)، وە خاڵی (P) بەخاڵی بنەڕەت (بنچینەی) (origin) دەگەیەنین و ناوی دەنێین R

¯OP=R

ئەو گۆشەیەی بەرامبەر (R) ە هەموو کات بریتییە لە ((Ө))

2. یاسای لاتەریب Parallelogram دەنوسین.
3. پرسیارەکە شیکاردەکەین.

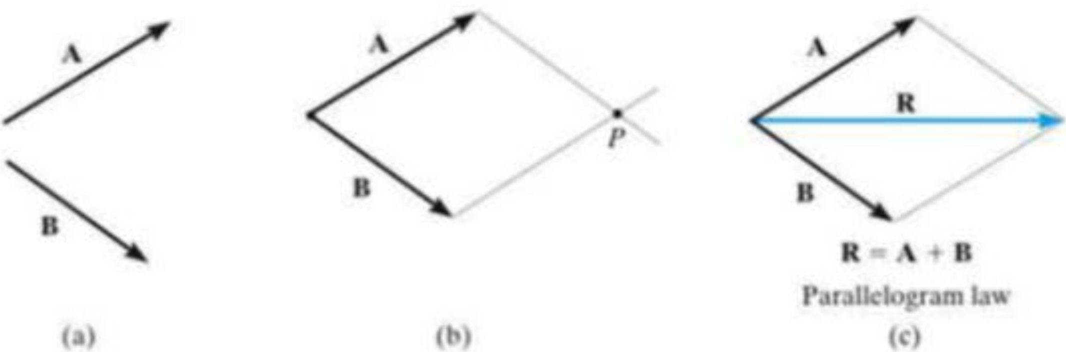


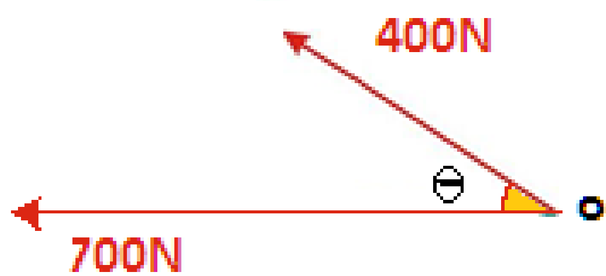
Figure 2.13

$$R = \sqrt{(F1^2 + F2^2) - (2F1F2\cos\propto)}$$

Ө=180-α

CosΘ: هەمیشە گۆشەی بەرامبە (R) ەکەیە

کە ڕنگە گۆشەی بەرامبەر (R)ەکە ناوی (Θ) بێت یان (ß) یان (α) یان (ɣ) بێت یان هەر ناوێکی دیکە.



Example 2.7: At what angle Θ must the 400N Force be applied in order that the resultant (R) of the two forces will have magnitude of 1000N? For this condition what will be the angle ß between R and the horizontal. **Figure 2.14**

نمونە: بە چوارگۆشەیەك (Θ) پێویستە هێزی (N400) دابنرێت بۆ ئەوەی کە بەرەنجامی دوو هێزەکە بڕی (N1000) هبێت، بۆ ئەم مەرجە گۆشەی (ß) دەبێت چەند بێت لە نێوان هێزی بەرەنجام و ئاسۆ ؟

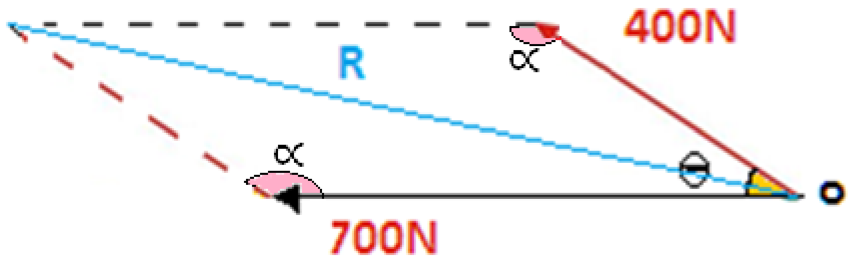


Figure 2.15

$$R = \sqrt{(F1^2 + F2^2) - (2F1F2\cos\propto)}$$

$$1000 = \sqrt{(400)^2 + (700^2) - (2 * 400 * 700\cos\propto)}$$

هەردوولایی هاوکێشەکە دوو جا دەکەین بۆ ئەوەی ڕگەکە ئەمێنێت.

$$1000000 = (400^2 + 700^2) - (2 * 400 * 700 * Cos\alpha)$$

$$1000000 = [160000 + 490000] - [560000 * Cos\alpha]$$

$$1000000 - 65000 = -560000\, Cos\alpha$$

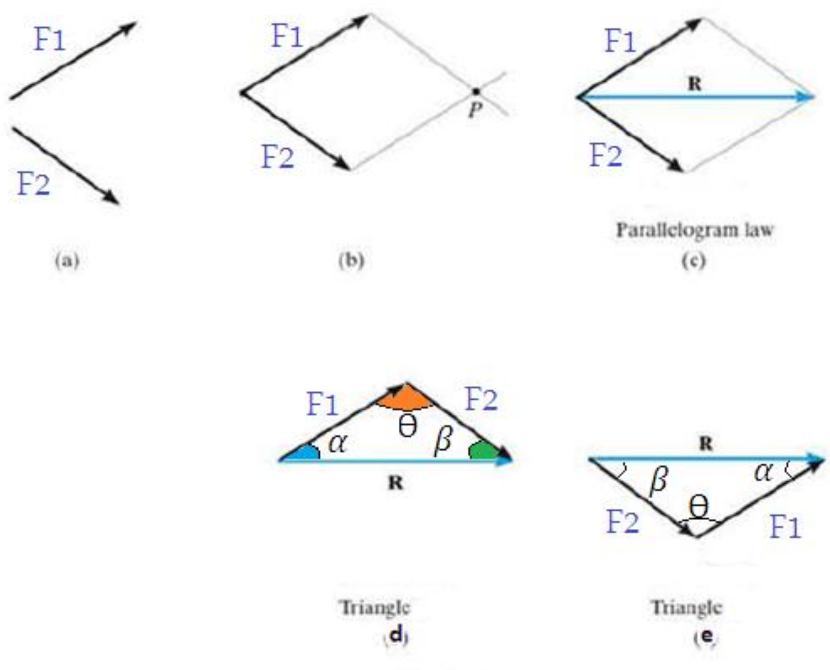
$$Cos \propto = -\frac{350000}{56000} \rightarrow Cos\alpha = -0.625$$

$$\propto = Cos^{-1}(-0.625) \rightarrow \alpha = 128.6°$$

$$\alpha + \Theta = 180 \rightarrow \Theta = 180 - 128.6 = 51.2°$$

2.9 Trangle law or Lame's equation یاساى سىَ گۆشه یان هاوكێشەى لامى

بەهەمان هەنگاوەکانی ڕێگای لاتەریب (parallelogram) کەباسکرا، لاتەریبێك دروست دەکەین کە بە دوو سێ گۆشە پێکهاتوە. سێ گۆشەکەی سەرەوە سێ گۆشەکەی خوارەوە، کە دەبێ یەکێ لە سێ گۆشەکان بە جیا



وەربگرین و ئەم یاسایەی بۆ بەکار دەهێنین:

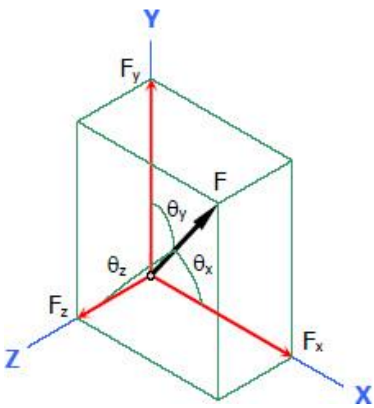
$$\frac{F1}{Sin\beta} = \frac{F2}{Sin\alpha} = \frac{R}{Sin\Theta}$$

Figure 2.16

هيچ جياوازيەك نييە كام سێۆگۆشە بەكاردەهێنين (سەرەوە يا خوارەوە)

2.10 Tree dimensions

Another commonod convenient method. For deter mining the component of a free Force purticulary in three dimensions. [For free force[.



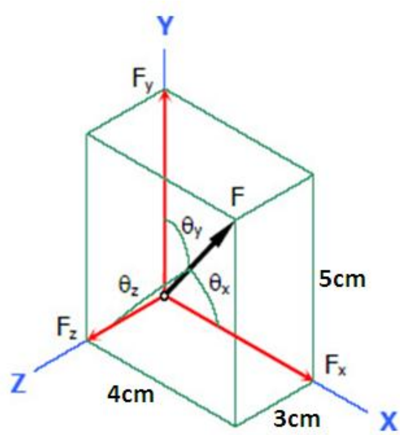
ڕێگايەكی گونجاوی گشتی تر بۆ دۆزينەوەی پێكنەرەكانی هێزێكی سەربەست بە تايبەتی بە سێ ئاڕاستە.

هێزی سەربەست (Free Force): ئەو هێزەيە كەلە سوچێكی نرخی دورەكەوە بۆ سوچە بەرامبەرە بەرزەكەی ژورەكە دەڕووات واتە تەنها بە بۆشايدا دەڕووات.

ئەم هێزە 90 ٪ لەناو سندوقدا هەمانە.

Figure 2.17

Free force هەموو كات دابەش دەكرێت بۆ سێ پێكهێنەر (x، y، z)



Example 2.8: Determine three components of the 350N forces.

نمونە: سێ پێكنەرەكە هێزە 350Nەكە بدۆزەرەوە.

$$long\ of\ F = \sqrt{(Fx)^2 + (Fy)^2 + (Fz)^2}$$

Figure 2.18

$= \sqrt{4^2 + 5^2 + 3^2} = \sqrt{49}$= 7cm

$$Scale = \frac{Force}{length}$$

$Scale = \frac{350N}{7cm}$ =(50 N)/(cm)

Fx=4cm *(50 N)/(cm)=200N →

Fy=5cm *(50 N)/(cm)=250↑

Fz=3 cm *(50 N)/(cm)=150 ↙

Check :

$$R\ result = \sqrt{(200)^2 + (250)^2 + (150)^2} = 350\ N$$

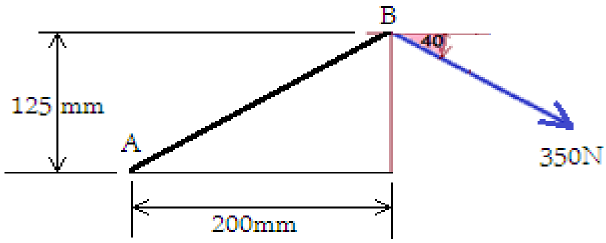
گۆشەكانمان دەداتێ وەك ئەم شێوەی لای خوارەوە داوای دۆزینەوەی هەریەكە لە F2، Fy، Fx دەكات.

وە بەهۆی ئەم سێ یاسایە Fz، Fy، Fx دەدۆزینەوە.

Fx=F Cos ϴx

Fy=FCos ϴy

Fz=FCos ϴz



Example 2.9: A: Find the two rectangular component of the 350N force. **B:** Resolve the 350N force into two component one along AB and the other perpendicular on it.

Figure 2.19

نمونە: A: دوو پێکنەرە لاکێشەییەکەی هێزە (350N) ەکە بدۆزەرەوە.**B:** هێزە (350N) ەکە شیتەڵکە بۆ دوو پێکنەر یەکێکیان بە درێژی AB وە ئەوەی تریان ئەستون لەسەری.

: A

Fx=F Cos 40

=350 Cos 40

=268.11N →

Or Fx=FCos50

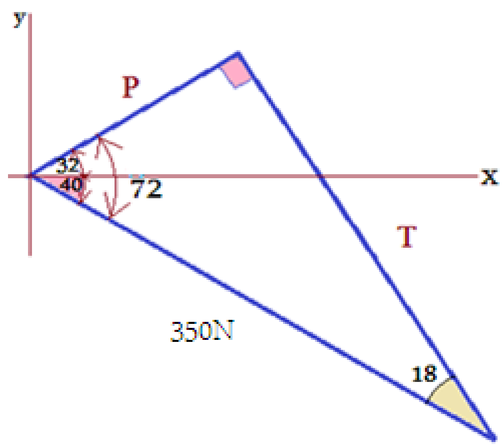


Figure 2.20

Fy=FCos50 or Fy=F Sin 40

Fy=350Cos50 or Fy=350 Sin 40

Fy=224.9N ↓ Fy=224.9N ↓

$\tan\Theta = \frac{125}{200} \rightarrow \Theta = 32°$

B:

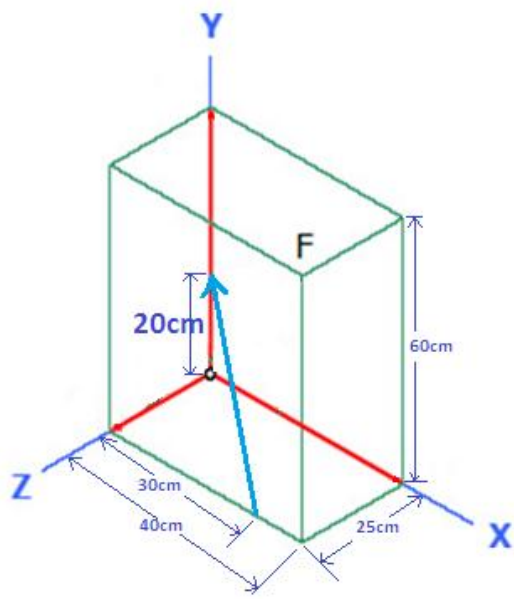
$$\frac{350}{Sin90} = \frac{P}{Sin18} = \frac{T}{Sin72}$$

T=350 * Sin 72= 332.869

P=350 * Sin18=108.15

Example 2.10: Determine the rectangular components of the 20KN force F.

نمونه: پێکنەرە لاکێشەییەکانی هێزە (KN20) مکە بدۆزەرەوە.



$$long\ of\ F = \sqrt{(30)^2 + (20)^2 + (25)^2}$$
$$= \sqrt{900 + 400 + 625}$$
$$= 43.8\ cm$$

Figure 2.21

$Scale = \frac{Force}{long\ of\ F}$ =43.8cm/20KN

Fx=30cm * 20KN/43.8cm =13.6KN ←

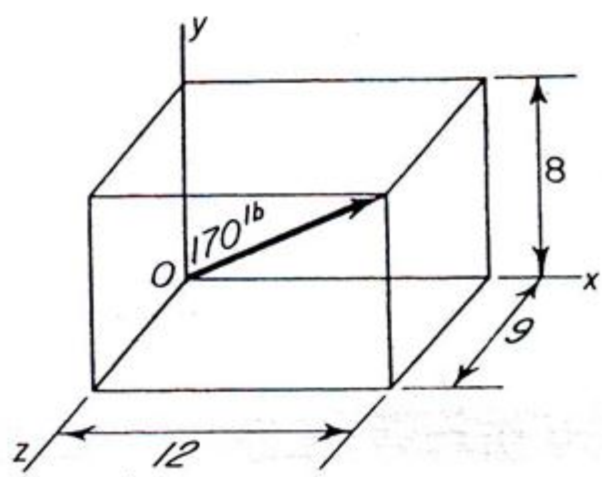
Fy=20cm * 20KN/43.8cm =0.9KN ↑

Fz=25cm * (20K N)/43.8cm =11.4KN ↙

ئێمە تەنها یەك جار بەم دنیایەدا تێپەڕ دەبین،
کەواتە با لە کردنی چاکەکاندا درێغی نەکەین،
چونکە جارێکی دیکە ناتوانین بگەڕێینەوە،
تەنانەت بۆ کردنی یەك چاکەش.

Example 2.11: Determine a set of three rectangular component of the 170Ib force in figure **2.22**.

نمونە: تێکڕای سێ پێکنەرە لاکێشیەکەی (Ib170) بدۆزەرەوە لە وێنەکە**(2.22)**دا.



lb=پاوەند

Figure 2.22

$$\text{long of F} = \sqrt{(Fx)^2 + (Fy)^2 + (Fz)^2}$$

$$= \sqrt{(12)^2 + (8)^2 + (9)^2}$$

$$= 17 \text{ ft}$$

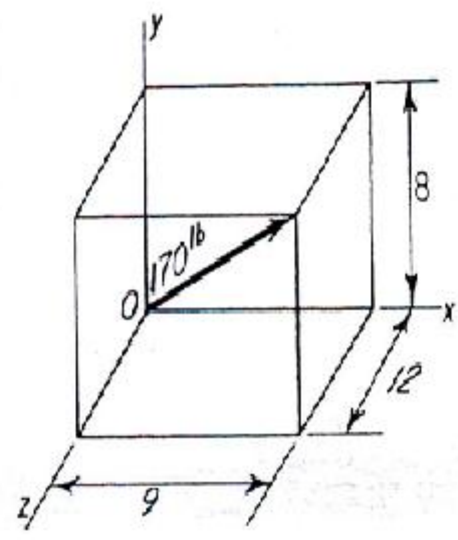
$\text{Scale} = \frac{170}{70}$ =10 lb/ ft

Fx =12 ft * 10lb/ ft =120 lb →

Fy =8 ft * 10lb/ ft =80 lb↑

Fz =9 ft * 10lb/ ft =90 lb ↙

Example 2.12: determine a set of three rectangular components of the 170lb force in figure **2.23**.



نمونە/ تێکڕای سێ پێکنەرە لاکێشەییەکەی هێزی (170 lb) بدۆزەرەوە لەوێنە **2.23** دا.

$$\text{long of F} = \sqrt{(Fx)^2 + (Fy)^2 + (Fz)^2}$$
$$= \sqrt{(12)^2 + (8)^2 + (9)^2}$$

Figure 2.23

$$= 17\ \text{ft}$$

$$\text{Scale} = \frac{\text{force}}{\text{length}} = \frac{170}{17} = 10\text{N / ft}$$

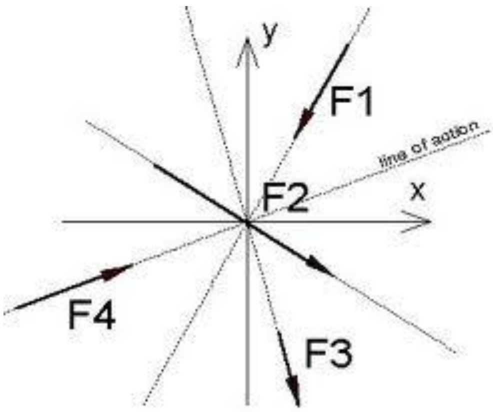
Fx=10 * 9=90 N→

Fy =8 * 10=80 N↑

Fz=12 * 10=120 N↙

2.11 Resultant of force system   بەرەنجامی کۆمەڵە هێز

2.12 Concurrent coplanar Forces   هێزە بەیەکگەشتووەکان



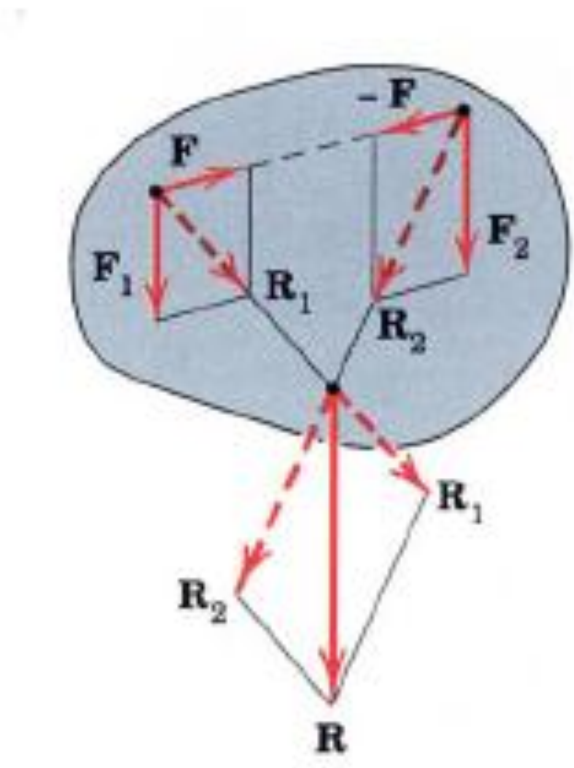
A concurrent force system is a category of force systems wherein all of the forces act at the same point.

کۆمەڵە هێزێکی بەیەکگەیشتوو هاوڕووتەخت بریتیە لە جۆرێکی کۆمەڵە هێزەکان کە تیایدا هەمو هێزەکان کاردەکەنە هەمان خاڵ.

Figure 2.24

2.13 Resultant of a non-concurrent coplanar force system.

بەرەنجامی کۆمەڵە هێزێکی بەیەکنەگەیشتو هاوڕوو تەخت.



یەکەم جار لە F1 وە بۆ F2 لاتەریب دروست دەکەین وە بەرەنجام مان دەست دەکەوێت R پاشان بەم شێوەیە F2، F1 لە دوو هێزەوە گۆڕاوە بۆ یەك هێز کە R ە، وە ئەم هێزەش لەگەڵ F3 لاتەریبی بۆ دروست دەکەین.

پاشان بە هەردوو بەرەنجامەکە لاتەریبێك دروست دەکەین بەم شێوەیەی خوارەوە:

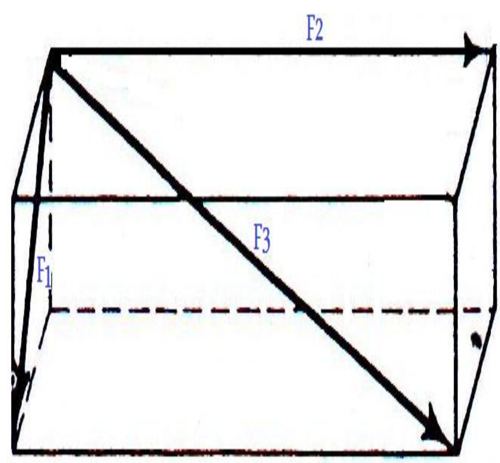
Figure 2.25

2.14 Resultant of a concurrent non_ coplanar force system:

C: بەرەنجامی کۆمەڵە هێزێکی بەیەکگەیشتوی ڕووتەخت جیاواز

تێبینی: لە هەموو نمونەیەکدا وە لە هەموو (پرسیارێکدا) دەبێ یەکەم جار هێزەکان شیتەڵ بکەین بۆ پێکنەرەکانی.

$\sum Fx = F2x + F1x$



$\sum Fy=F1y - F3y$

$\sum Fz =F1z + F3z$

$(RT)^2= (Fx)^2 + (Fy)^2 + (Fz)^2$

Figure 2.26

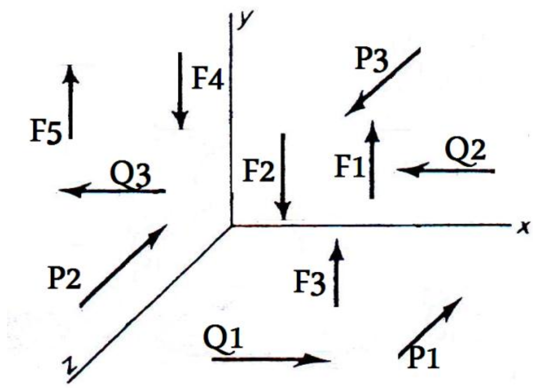
2.15 Resultant of a parallel non coplanar force system.

بەرەنجامی کۆمەڵە هێزێکی تەریبی ڕووتەخت جیاواز.

$RTy=F1 - F2 + F3 - F4 + F5$

$RTx =Q1 - Q2 - Q3$

$RTz =- P1 - P2 + P3$



ئەو هێزانەی کە بە ئاڕاستەی هەر سێ تەوەرەی (x ،y ،z) بە پۆزەتیڤ دایان دەنێین،
ئەوانەی کە بە پێچەوانەوەن بە نێگەتیڤ دایان دەنێین.

Figure 2.27

Example 2.13: Resolve the 130Ib force into two component one along AB and the other parallel to CD.

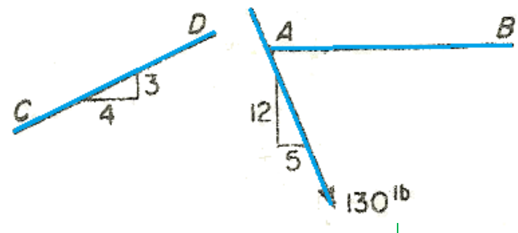
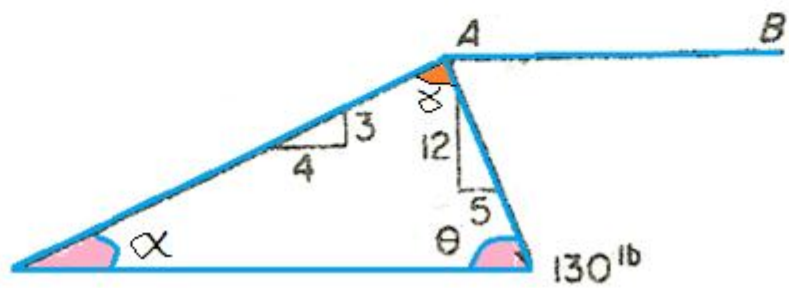


Figure 2.28

نمونە: هێزە (130Ib) مکە شیتەڵکە بۆ دوو پێکنەر، یەکێکیان بە درێژی (AB) وە ئەوەی تریان تەریب بە (CD).

tan $\theta = \frac{12}{5}$



$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{12}{5}\right)$

$\theta = 67.8°$

$\tan\alpha = \frac{3}{4}$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right) \quad = 36.8$$

Figure 2.29

$\gamma = 180 - (36.8 + 67.8) = 75.75°$

$$\frac{130}{\text{Sin}36.8} = \frac{\text{FAc}}{\text{Sin}\theta} = \frac{\text{FCo}}{\sin\gamma}$$

$$FAc = 130 * \frac{\sin\theta}{\sin 36.8} = \frac{120.36}{0.59} = 204\ lb$$

$$FCo = \frac{130 \sin\measuredangle}{\sin 36.8} = \frac{126}{0.59} = 213.55\ lb$$

Example 2.14: Resolve 170N force into two component one along AB and the other parallet CD.

نمونە: هێزی (170N) شیتەڵ بکە بۆ دوو پێکنەر یەکێکیان بە درێژی (AB) وە ئەوەی تریان تەریب بە (CD).

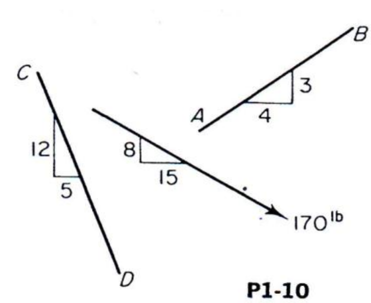
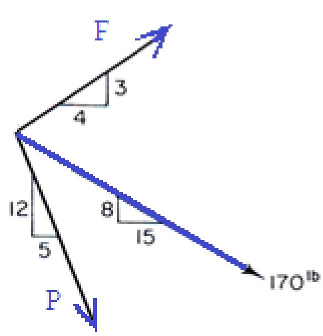


Figure 2.30

Solution:

تێبینی: ئەو پێکنەرەی کە شیتەڵمان کردووە بە درێژی AB یە. هەمان (slope) ی AB دەبینێت. وە ئەگەر وتی تەریب بە CD یان هەر



ڕاستەهێڵێکی دیکە ئەوا هەمان لاری slope ی ڕاستە هێڵەکەی دەبێ ئەو پێکنەرەی کە شیتەڵمان کردووە. بەڵام ئەگەر وتی ئەستون بن لەسەری ئەوا عەکسی slope یان دەبێت.

تێبینی: باشترین شیکار بۆ پرسیارێ کە سێ هێزی تیابێ ڕێگای لامییە (سێ گۆشەی لامییە)

گاما : Ɣ

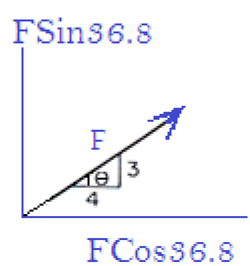
ئەلفا : α

ثێتا : ϴ

Figure 2.31

تێبینی: ئەم وشانە لە بنچینەدا یۆنانین و هێمان بۆ زۆر شت.
ئەم سێ هێزە بەجیا شیتەڵیان دەکەین:

1.شیتەڵی F



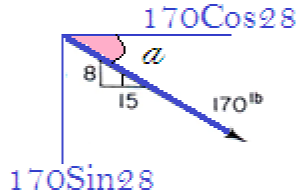
$Tan\beta = \frac{3}{4}$

Figure 2.32

$\beta=36.8$

2.شیتەڵی

N170



$\tan \alpha = \frac{8}{5}$

$\alpha=28°$

Figure 2.33

3.شیتەڵی P

Tanꭓ= $\frac{7}{12}$

ꭓ=30°

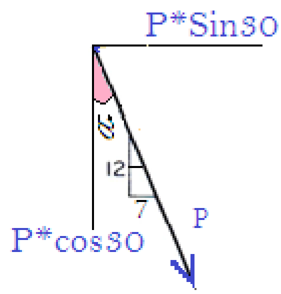


Figure 2.34

∑Fx=170 Cos28 =F Cos36.8 + P Sin30

∑Fy=- 170 Sin28 =F Sin36.8 - P Cos30

150=F*0.8 + P*0.5   --------------- (1)

-79.81=F*0.59 - P*0.86--------- (2)

Adding equation (1) and (2)

229.81=0.21+P*1.36

P=168lb

150=F*0.8 + P*0.5

150=F*0.8 + 168*0.5

F=82lb

Example 2.15: Determine the resultant of the five paralled force shown in the figure 2.35 and locate its position on sketch of the coordinate.

نمونە: بەرەنجامی پێنج هێزی تەریب پیشاندراو لە وێنەی 2.35 دا بدۆزەرەوە وە شوێنەکەی دابنێ لەسەر هێڵکاری پۆوتانەکە.

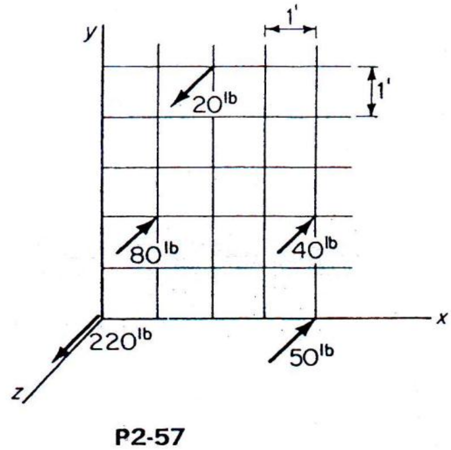


Figure 2.35

Solution:

هەموو هێزەکان تەریبن بە Z-axis

R2=+ 220 - 50 - 40 – 80 + 20

70= Ib

زەبری R بە دوری y دا=زەبری هەر پێنج هێزەکە بەیەکەوە بە دەوەری y دا.

Ɱy =F * S

* 70S=- 80 * 1 - 40 * 4-50 * 4 +20 * 2

* 70S=- 80 - 160 - 200 + 40

* 70S=- 400

S =5.7ft

دوریەکەی لە تەوەرەی y وە=-5.7

لەسەر هێڵی نێگەتیڤی (X)وە 5.7 دیاری دەکەین

Ɱx =70 * L=+ 40 * 2 + 80 * 2 – 20 * 5

70 * L=80 + 160 -100

L=0.2

Example 2.16: Combine the two forces P and T which acts on the fixed structure at B into a single equivalent force R1. By Geometric and algebric solution.

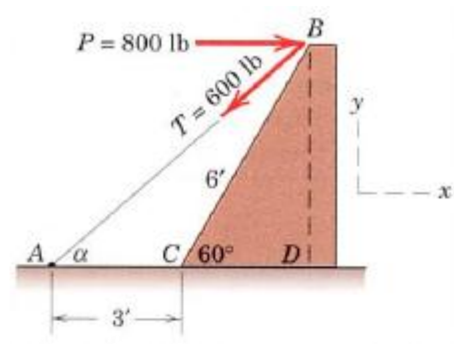


Figure 2.36

نمونە: دوو هێزی (P) و (T) کۆبکەرەوە کە کار دەکەنە سەر پەیکەرە جێگرەکە بە ئەندازەو جەبر لە (B) بۆ تاکە هێزێکی هاوتا By، R1.

It's solution by first method:

$$tan\alpha = \frac{BD}{AD} = \frac{6Sin30}{3+6Cos60} = \left(\frac{5.196}{6}\right) = (0.805)$$

α=40.856°

R=$\sqrt{800^2+600^2-(2*800*600\cos\alpha)}$

R=$\sqrt{640000+360000-(960000\cos 40.856)}$

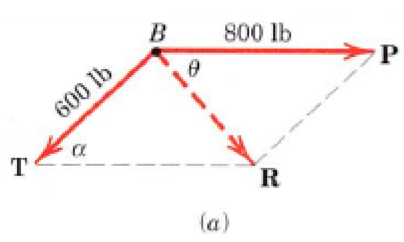
R=524Ib

It's solution by second method

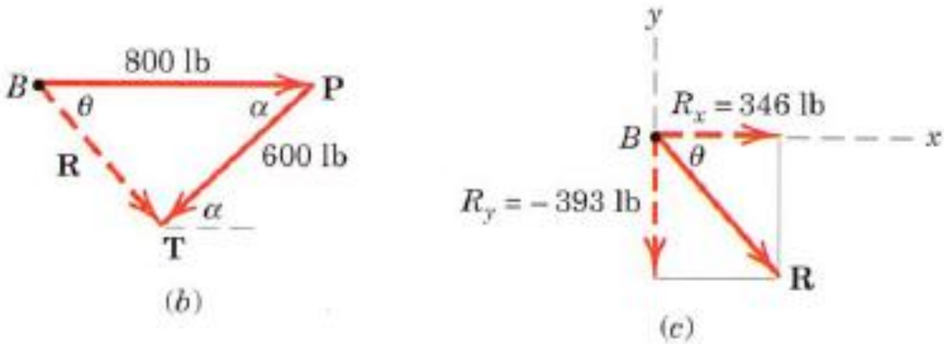
ڕێگای شیتەڵ

∑Fx=800-600Cos40.856

∑Fx=346Ib



$\sum Fy = -600 Sin 40.856 = 492 lb$



R=523lb

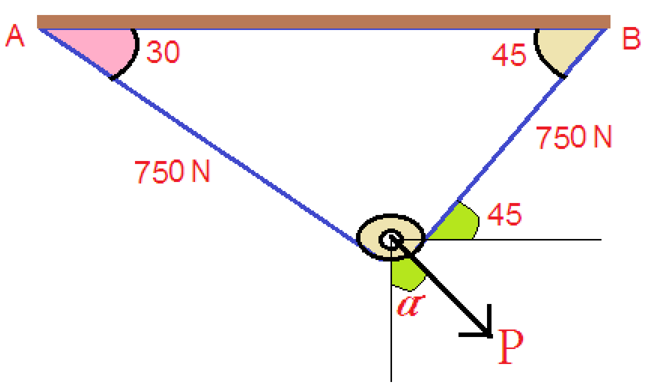
$\tan\theta = \frac{392}{346}$

$\theta = \tan^{-1}\frac{392}{346}$

$\theta = 48.56°$

Figure 2.37

Example 2.17: The force P is applied to a small wheel which roll's on the cable ACB knowing that the tension in both parts of the cable is 750N determine the magnitude and direction of P by



using Lame’s equation

نمونه: هێزی (P) خراوەتە سەر خلۆکەیەکی بچوك کە دەخولێتەوە لەسەر کێبڵی (ACB) زانراوە کە گرژی لە هەردو بەشەکەی کێبڵکەدا (N750) ە. بڕ و ئاڕستەی (P) بدۆزەرەوە بە بەکارهێنانی لاکێشەی لامی.

Figure 2.38

θ=45+α

Angles of tringle =180°

180 =30+ 45+ θ+ β

180 =75 +θ +β

105=θ +β

105-θ=β 1

$$\frac{p}{\mathrm{Sin}75} = \frac{750}{\mathrm{Sin}\beta} = \frac{750}{\mathrm{Sin}\theta} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots$$

Lamise’s equation

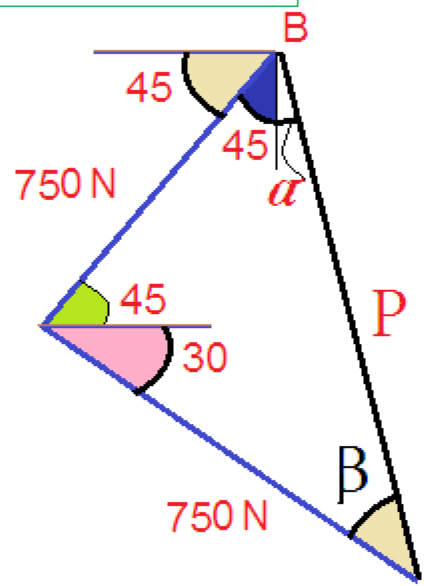


Figure 2.39

$$\frac{750}{Sin\theta} = \frac{750}{Sin(105-\theta)}$$

$$(\frac{750}{Sin\theta} = \frac{750}{Sin105Cos\theta - \ Sin\theta Cos105})$$

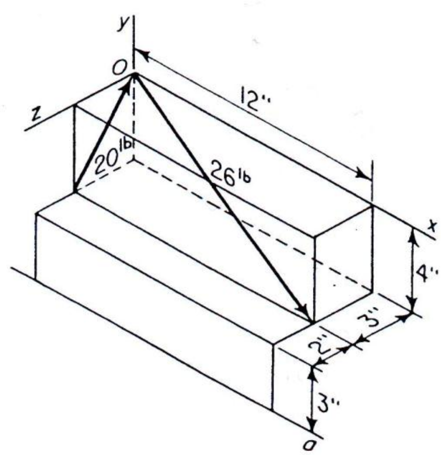
$$Because \ \ Sin(A-B) = SinACosB \ - \ SinBCosA$$

$$Sin\theta = Sin105Cos\theta \ - \ Sin\theta Cos105$$ بە دوو لا و دوو ناوەند

$$Sin\theta = 0.9Cos\theta \; - \; Sin\theta * (-0.2)$$
$$Sin\theta = 0.9Cos\theta \; + \; 0.2Sin\theta$$
$$Sin\theta \; - \; 0.2Sin\theta = 0.9Cos\theta$$
$$0.8Sin\theta = 0.9Cos\theta$$
$$\frac{0.8\;Sin\theta}{Cos\theta} = 0.9$$
$$0.8\;\;tan\theta = 0.9 \;\rightarrow\; tan\theta = \frac{0.9}{0.8} \;\rightarrow\; \theta = 49°$$
$$\beta = 105 \; - \; 49 = 56°$$
Θ=α+45→ $\alpha = \theta - 49° = 49 - 45 = 4$
$$\frac{\mathrm{p}}{\mathrm{Sin}75} = \frac{750}{\mathrm{Sin}\beta} \;\rightarrow\; \frac{\mathrm{p}}{\mathrm{Sin}75} = \frac{750}{\mathrm{Sin}56}$$
$$\frac{\mathrm{p}}{\mathrm{Sin}75} = 914.63 \;\;\rightarrow P = 883.4N$$

Example 2.18: Determine x ،y ،z component of the 26lb force and the moment of the 26lb force with respect to the a-axis ،and find the result of the 26lb with 20lb.

نمونه: پێکهەرەکانی (X) و (y) و(Z) ی هێزەی (26lb) دیاری بکە وە زەبری هێزە (26lb) ەکە بەگوێرەی تەوەرەی (a) وە



بەرەنجامی (26Ib) لەگەڵ (20Ib) مكە بدۆزەرەوە.

Figure 2.40

Long of 20Ib =$\sqrt{Fx^2 + Fy^2 + Fz^2}$

$=\sqrt{12^2 + 4^2 + 3^2}$

=13 Ft

Scal=$\frac{26}{13}$ =2Ib.ft

Fx=12 * 2=24Ib →

Fy=4 * 2=8Ib ↑

Fz=3 * 2=6Ib ↙

ϻaa=8 * 5 – 6 *(4*3)

=40 - 42 =-2Ib.ft

Resultant of all forces:

∑Fx =24

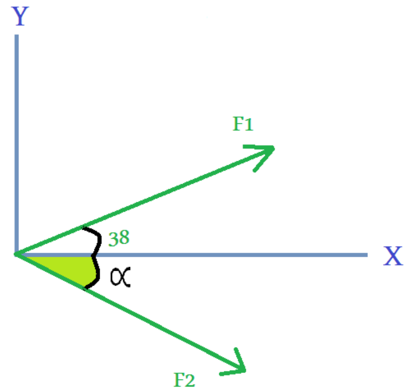
∑Fy=-8+20Sin52

∑Fz=6+20Cos52

R=

Force F as vector * F=20

F= + 24i - 8j + 6k



Example 2.19: Two forces are applied to an eye braket as show in figure the resultant R of the two forces has a magnitude of 1000lb its line of action is directed along the X axes if the force F1 has a magnitude of 250lb ، determine .1.The magnitude of the force F2. .2The angle(α) between the X axes and the line of action of the force F2.

Figure 2.41

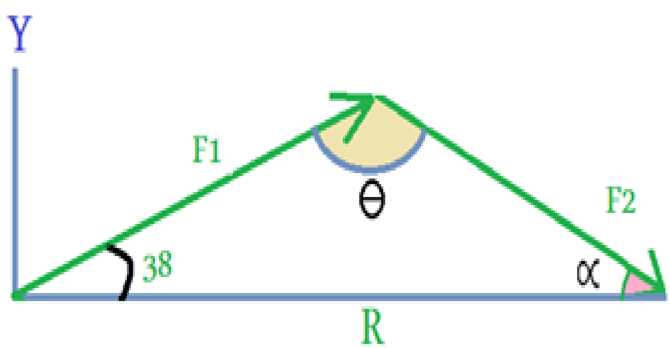
نمونە: دوو هێز دانرا بۆ کەوانەیەکی چاوی (واتە ئەو هێزەی کە لە چاو دەچێت) وەك لە وێنەکەدا دیارە، بەرەنجامی دوو هێزەکە بڕی 1000lb هەیە، هێڵی کارەکەی ئاڕستە کراوە بە درێژی تەوەرەی X ئەگەر هێزی (F1) بڕی (250lb) هەبێت.1. نرخی هێزی (F2) بدۆزەرەوە.2.گۆشەی (α)یی نێوان تەوەرەی (X) و هێڵی کاری هێزی F2 بدۆزەرەوە.

سێگۆشەکە وەردەگرین و یاسای سێگۆشەی بەسەردا دەسەپێنین.

Figure 2.42

$$\frac{R}{\sin\theta} = \frac{F2}{\sin 38} = \frac{F1}{\sin \propto}$$

$$\frac{1000}{\sin\theta} = \frac{F2}{\sin 38} = \frac{250}{\sin\alpha}$$



Angle of triangle=180°

$\propto - \Theta + 38 = 180 \rightarrow \Theta = 180 - 38 + \alpha$

$\alpha) - \Theta = (142$

$$\frac{1000}{\mathrm{Sin}(142 - \alpha)} = \frac{250}{\mathrm{Sin}\alpha}$$

دوولا و دوو ناوەند دەکەین.

$$250\ \mathrm{Sin}\ (142 - \alpha) = 1000\mathrm{Sin} \propto \qquad (\div 250)$$
$$\mathrm{Sin}(142 - \alpha) = 4\mathrm{Sin} \propto$$
$$\mathrm{Sin}142\ \mathrm{Cos}\alpha - \mathrm{Cos}\ 142\ \mathrm{Sin}\alpha = 4\mathrm{Sin}\alpha$$
$$0.61\mathrm{Cos}\alpha - (-0.87 * \mathrm{Sin}\alpha) = 4\mathrm{Sin}\alpha \quad (\div \mathrm{Sin}\alpha)$$
$$o.61\mathrm{Cot} \propto + 0.87 = 4 \qquad \text{note: } \frac{\mathrm{Cos}\alpha}{\mathrm{Sin}\alpha} = \cot\alpha$$
$$0.61\mathrm{Cot} \propto = 4 - 0.87$$
$$0.61\mathrm{Cot} \propto = 3.21 \rightarrow \mathrm{Cot} \propto = 5.25 \rightarrow \frac{1}{\mathrm{Cot} \propto} = \frac{1}{5.25}$$
$$\tan\alpha = 0.18 \rightarrow \propto = \tan^{-1}(0.18)$$
$$\propto = 10.°75$$

$$\text{note: } \frac{1}{\mathrm{Cot}\alpha} = \tan\alpha$$

$$\frac{F2}{\mathrm{Sin}38} = \frac{250}{\mathrm{Sin} \propto} \rightarrow F2 = \frac{250\mathrm{Sin}38}{\mathrm{Sin}10.75}$$
$$= 825.1\mathrm{Ib}$$

Example 2.20: Two forces are applied to angle bolt as shown in

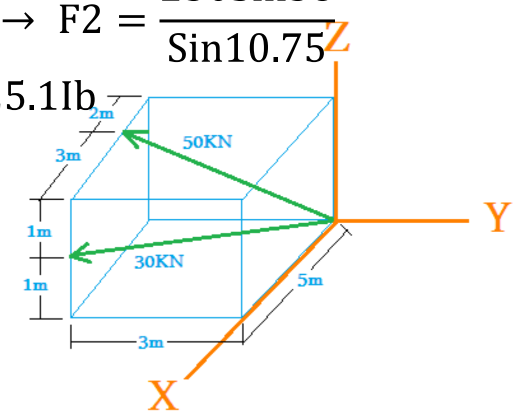


figure **2.43** Determine. A: The x ،y and z Scaler components of force F1. **B:** Express force F1 in Cartesian vector from. C: The angle ɑ between forces F1 and Fz.

Figure 2.43

نمونه/ دوو هێز دانرانه سەر برغویەكی چاوی وەك لە وێنەی **2.43** دا دیارە: a: پێكنەرە ژمارەییەكانی X، y، Z ی X1 بدۆزەرەوە. **:B** هێزی F1 بە شێوەی ئاڕستە بڕی كارتیزەین دەربڕە. c: گۆشەی (ɑ) ی نێوان هێزەكانی (F1) و (F2) بدۆزەرەوە.

A: Force F1

F1 =30KN

Fx =5m

Fz =1m

Fy =-3m

$$Long\ of\ F1 = \sqrt{5^2 + 1^2 + 3^2} = 5.91m$$

$$Scal\ = \frac{50}{5.91} = 5.07\frac{KN}{m}$$

Scalar component of force F1

Fx=5 * 5.07=25.35KN ↙

Fy=3 * 5.07=15.21KN ←

Fz=1 * 5.07 =5.07KN ↑

Cartesian vector form to F1:

B:

F1=25.35i – 15.21j + 5.07k

C: Force F2:

Fx=2m

Fy=3m

Fz=2m

$$Long\ of\ F2 = \sqrt{2^2 + 3^2 + 2^2} = 4.12m$$

$$Scal = \frac{50}{4.12} = 12.13\frac{KN}{m}$$

$$Fx = 12.13 * 2 = 24.26KN \swarrow$$

$$Fy = 12.13 * 3 = 36.39KN \leftarrow$$

$$Fz = 12.13 * 2 = 24.26KN \uparrow$$

$$\sum Fx = 25.35 + 24.26 = 49.61KN$$

$$\sum Fy = 15.21 + 36.39 = 51.6KN$$

$$\sum Fz = 5.07 + 24.26 = 29.33KN$$

$$R = \sqrt{(\sum Fx)^2 + (\sum Fy)^2 + (\sum Fz)^2}$$

$$R = 77.35KN$$

$$R = \sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (2F1F2cos \propto)}$$

$$77.35 = \sqrt{(50)2 + (30)2 + (2 * 50 * 30 * cos \propto)}$$
$$\alpha = 30.5°$$

Example 2.21: The riveted bracket support two forces as shown in figure **2.44.** Determine the angle Ө so that the resultant force is directed along the positive x-axis. What is the magnitude of the resultant force?

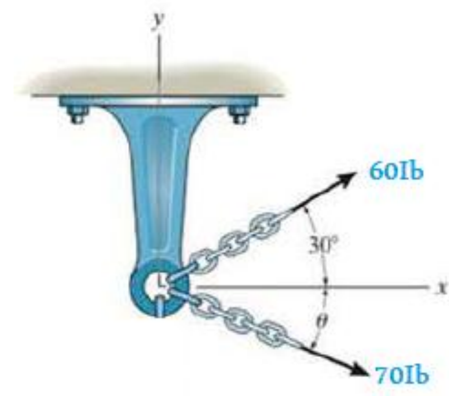
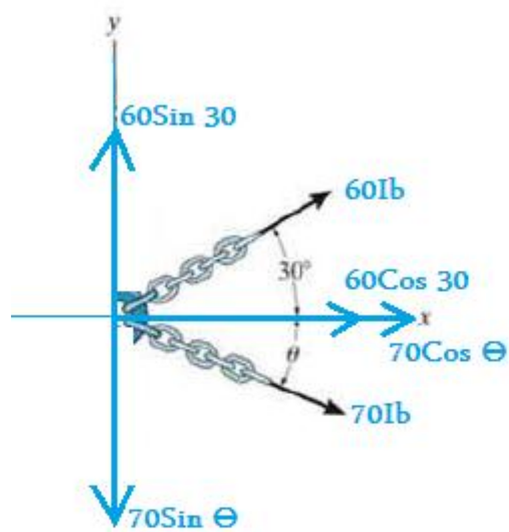


Figure 2.44

نمونە: کەوانە پەرچکراوەکە دوو هێز ڕادەگرێت وەك لە وێنەی **2.44** دا دیارە. گۆشەی Ө بدۆزەرەوە بۆ ئەوەی هێزە بەرەنجامەکە ئاڕاستە بکرێت بە درێژی تەوەرەی X ی موجەب بڕی ئەم هێزی بەرەنجامە چەندە.

لەپرسیارەکە وتویەتی کە R بە ئاڕاستەی X نێگەتیڤە کەواتە

∑Fy=0 ،∑Fx=R



∑Fy =60Sin30 - 70SinӨ

70 - 30= SinӨ

$\sum$ *Fy=0 → 30 =70Sinϴ

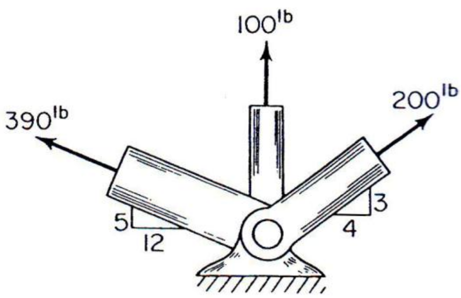
Sinϴ= $\frac{30}{70}$ → ϴ=25.37°

$\sum$Fx=R

60Cos30 + 70Cos25.37=R

R =115.2Ib

Figure 2.45



Example 2.22: Determine the resultant of the concurrent, coplanar force system of figure (**2.46**)

بەرەنجامی سیستمی کۆمەڵە هێزە بەیەککگەیشتوە، هاوڕووتەختەکەی وێەنی (**2.46**) دیاری بکە.

Figure 2.46

+→ $\sum$Fx =Rx

= 200Cos36.86 - 390Cos22.61

=200=160 – 360Ib=-199Ib=199 Ib ← tanϴ=$\frac{5}{12}$

↑Ry=$\sum$Fy ϴ=22.61

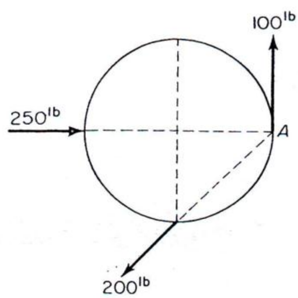
=100 + 390 Sin22.61 + 200Sin36.86 tanα=¾

=370Ib ↑ x=36.86

$$R = \sqrt{Rx^2 + Ry^2}$$

$$R = \sqrt{199^2 + 370^2}$$

=420.6Ib



Example 2.23: Determine theresultant of the concurrent, coplanar force system of figure (**2.47**)

بەرەنجامی سیستمی کۆمەڵە هێزە بەیەکگەیشتوە، هاوڕووتەختەکەی وێەنی (**2.47**) دیاری بکە.

Figure 2.47

+→Rx= ∑Fx

=200 - 250 Cos45

108.5Ib→

↑+Ry=∑Fy

=200 - 100Sin45

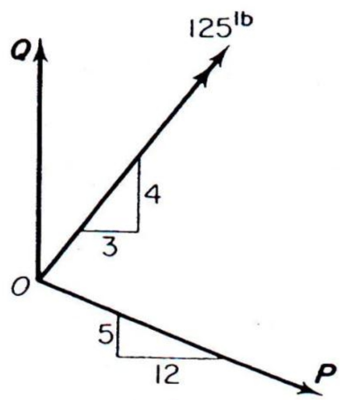
=41.42 - Ib

=41.42Ib↓

$$R = \sqrt{Rx^2 + Ry^2}$$

$$R = \sqrt{106.5^2 + 41.42^2}$$

R=116.3Ib



Example 2.24: The 125 Ib force is the resultant of the two forces P and two Q Shown in the figure2.48. Determine the magnitudes of P and Q.

هێزە (125 Ib)ەکە بریتیە لە بەرەنجامی دوو هێزی (P) و (Q) کە لە هێڵکاریەکەی 2.48 دا پیشاندراون. بڕەکانی (P) و (Q) دیاری بکە

Figure 2.48

$\tan\Theta = \frac{4}{3} \rightarrow \Theta = 53.1°$

$\tan\beta = \frac{5}{12} \rightarrow \beta = 22.6°$

$+\rightarrow Rx = \sum Fy$

$125Cos53.1 = PCos22.6 \rightarrow$

$P = \frac{125Cos53.1}{Cos22.6} = 81.29lb$

$+\uparrow Ry = \sum Fy$

$125Sin53.1 = Q - PSin22.6$

$Q = 131.19lb \uparrow$

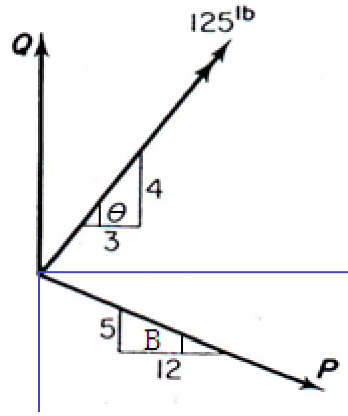


Figure 2.49

بەشێوەیەك قسەبكە، ئەوانی تر، حەز بكەن گوێت لێبگرن.
وە بەشێوەیەك گوێبگرە، ئەوانی تر ئەز بكەن قسەت بۆ بكەن.

(غاندی)

ئەگەر نهێنیەكی خۆتت بە كەسێك وت، ئەوا تیرێكت داوە پێی، كە دڵنیابە ڕۆژێك دێت بەو تیرە دەت پێكێت.

(هیتلەر)

Chapter 3 بەشی
Rigid bodies تەنە سەختەکان

3.1 Moment Or Torque زەبر

The moment of a force with respect to a line perpendicular is the product of the force and the perpendicular distance from the force to the linear moment axis. Moments have primary dimensions of length ×force. Typical units of moment are foot-pounds ، inch-pounds ،and Newton-meters.

زەبر هێزێك بە گوێرەی هێڵێکی ئەستون بریتییە لە لێکدراوی هێزەکە و دوریە ئەستونەکە لە هێزەکەوە بۆ تەوەرەی هێڵی زەبرەکە (تەوەرەی خولانەوە). یەکە دیارەکانی زەبر بریتین لە پێ-پاوەن، ئینج-پاوەن، وە نیوتن-مەتر.

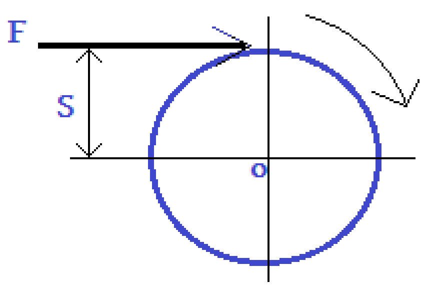


Figure 3.1

$M = F * S = N.m$

ئەمە شەفتێكە بە ئاڕاستەی میلی كاتژمێر دەخولێتەوە.

تێبینی: نیوتن.مەتر لە ئیشدا =جول بەڵام نیوتن.مەتر لە زەبردا یەكسان نیە بە جوول.

$M = F * S$

ئەمە شەفتێكە بە پێچەوانەی میلی كاتژمێر دەخولێتەوە.

بڕی زەبر لە خاڵێكی دیاریكراو دەكاتە هێز * دووری خاڵەكە لە هێزەكەوە.

تێبینی: هەر هێزێك تەریب بوو بە تەوەرەی خولانەوە جوڵەی بەخول دروست ناكات واتە moment ی نابێت.

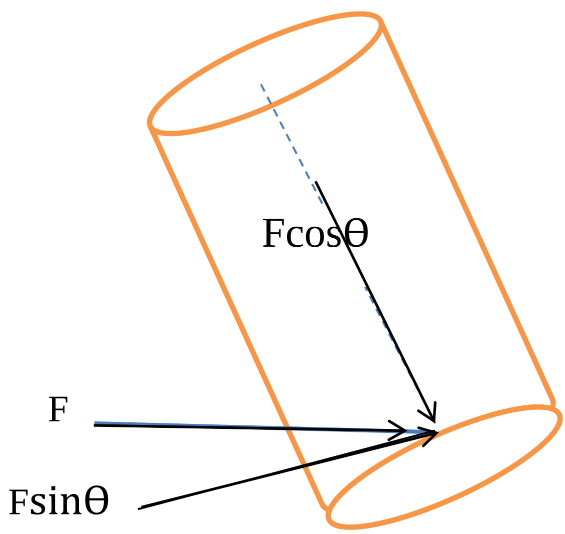


Figure 3.2

The force is inclined according to the rotating axis; it is resolved into two components. FCosΘ has no moment because it is parallel to linear moment axis.

هێزەکە لار بوو بە گوێرەیی تەوەرەی خولانەوەکە. شیتەڵ کرا بۆ دوو پێکنەر. FCosΘ خولانەوە دروست ناکات واتە زەبری نییە. چونکە تەرییە بە تەوەرەی خولانەوەکە.

Example 3.1: Determine the moment of F1 ،F2 ،and F3 about line AB.

نمونە: زەبری F3 ،F2 ،F1 بدۆزەرەوە بە دەوری هێڵی (AB) دا.

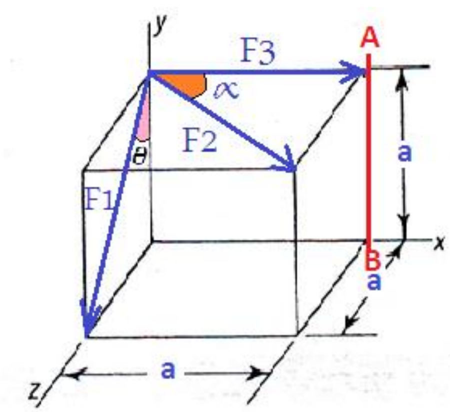


Figure 3.3

M of F1 about line AB=F1 SinΘ*a

And F1cosθ has no moment because it paralle to linear moment axis.

تێبینی 1: (F1CosΘ) زەبری نیە چونکە تەریبە بۆ تەوەرەی هێڵی زەبرەکە.

تێبینی 2: هێزەکان F2.F1 لارن چونکە لەسەر لایەکانی سندوقەکەدا نەڕۆیشتون وەك F3 کە لار نیە و بەلای سندوقەکەدا ڕۆشتون.

تێبینی 3: هەر هێزێك بە تەوەرەیەکدا بڕووات زەبری نیە.

F2Cosx has no moment because it passes through AB.

تێبینی/(F2Cosα) زەبری نییە چونکە بە (AB) دا ڕۆیشتووە.

ᴍ of F2 about line AB=F2 Sinα * a

and F3 has no moment about line AB.

تێبینی/(F3) زەبری نییە بە دەوری هێڵی (AB) دا.

زەبر یان بە دەوری خاڵدایە (point) یان بە دەوری (line) دایە.

باری دووەم: ئەگەر هێزەکە بە دەوری خاڵێکدا بوو، لەم بارەدا تەنها ئەگەر بە خاڵەکەدا تێپەڕ بوو ئەوا زەبری نیە واتە لە هەموو بارەکانی تردا زەبری هەیە.

Moment of F1 about point A=F1 Sinϴ * 3

=F1 Cosϴ * 3

Moment of F2 about point A =F2 Sinα * 3

And (F2 Cosα ،F3) has no moment about point A.

تێبینی: (F2Cosα) وە (F3) زەبریان نییە بە دەوری خاڵی (A) دا.

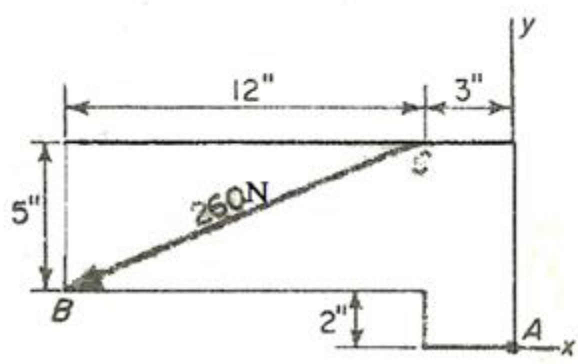
3.2 Principle of Moment of Force بنەمای زەبری هێز

The principle moment of a force as applied to a force system states that moment of the resultant of the force system with respect to any axis or any point is equal to

the algebraic Sum of the moment of the forces of the system with respect to the sum axis or same point.

بنەمای زەبری هێزێك کە سپێنراوە بۆ کۆمەڵە هێزێك، دەری دەخات کە زەبری بەرەنجامی کۆمەڵە هێزەکە بە گوێرەی هەر تەوەرەیەك هەر خاڵێك یەکسانە بە کۆی زەبری هێزەکانی سیستمەکە بە گوێرەی هەمان تەوەرە یان هەمان خاڵ.

Example 3.2: Determine the moment of the 260N force with respect to point A and line AB when: The force is resolved into it's components at point D .The force is resolved inti it's components at point C.



نمونە: زەبری هێزە (260N) مکە بدۆزەرەوە بە گوێرەی خاڵی (A) وە بە گوێرەی هێڵی (AB) کاتێك: 1.هێزەکە شیتەڵ کرابێت بۆ پێکنەرەکانی لە خاڵی (D) دا. 2. هێزەکە شیتەڵ کرابێت بۆ پێکنەرەکانی لە خاڵی (C) دا.

Figure 3.4

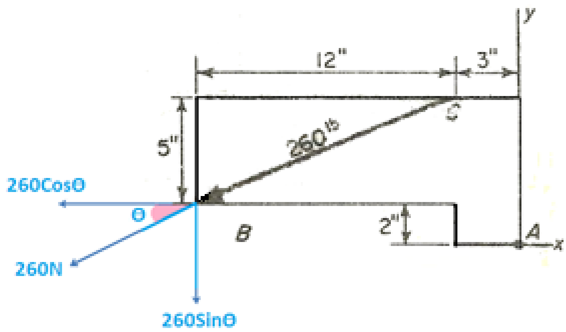


Figure 3.5

1.M of point A =- (260 Cos22.6 * 2)- (260 Sin22.6 * 15)

M Line AB=Zero

هەمان هێزەکە لە خاڵی D دا شیتەڵمان کرد هەڵی دەگرین و بەهەمان شێوە لەسەر خاڵی(C).2 دای دەنێین و شیتەڵی دەکەین.

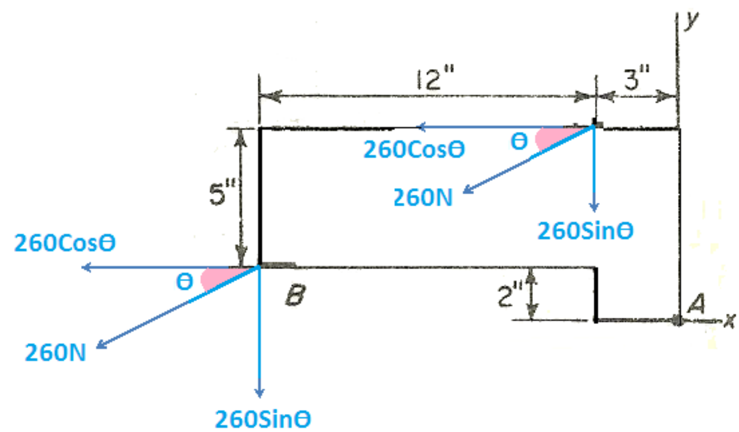


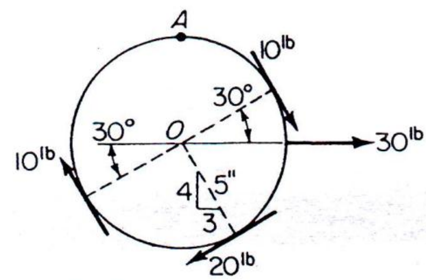
Figure 3.6

M=of point A=-(260 Sin22.6 * 3) – (260 Cos22.6 * 7)

M of line AB=Zero

Example 3.3: determine the moment of the force system with respect to the point O and A?

نمونە: زەبری کۆمەڵە هێزەکە بەگوێرەی خاڵی (O) وە (A) بدۆزەرەوە:



P1-30

Figure 3.7

Solution for point:

+↻M of O=F * S

=5 * 10 + 5 * 20 + 5 * 10

=50 + 100 + 50

=200 Ib.inch

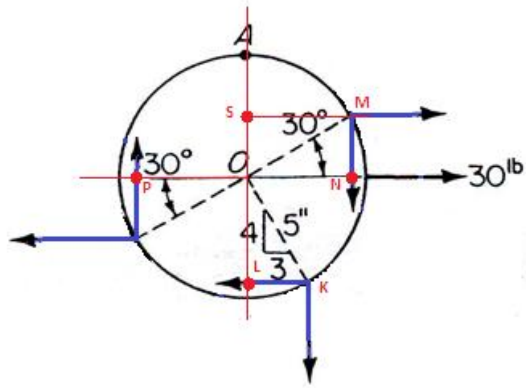


Figure 3.8

یەکەم جار دەبێت هێزەکان شیتەڵ بکەین.

دووەم جار دەبێت دووری پێکنەی هێزەکان لە خاڵەکان (point) ەکانەوە بدۆزەرەوە.

From triangle   (OMN):

$$\mathrm{Sin}30 = \frac{MN}{5} \rightarrow \ MN \ = 5\mathrm{Sin}30 \ = 2.5$$

$$\mathrm{Cos}30 = \ \frac{ON}{5} \rightarrow \ ON \ = 5\mathrm{Cos}30 \ = 4.33$$

From triangle (OPQ):

$$\mathrm{Sin}30 = \frac{PQ}{5} \rightarrow \ PQ \ = 5 \ \mathrm{Sin} \ 30 \ = 2.5$$

$$\mathrm{Cos}30 \ = \frac{OP}{5} \rightarrow \ OP = 5 \ \mathrm{Cos} \ 30 \ = 4.33$$

From triangle (OKL):

$$\text{Sin}50 = \frac{KL}{5} \rightarrow \ KL = 5\ \text{Sin}\ 50 = \ 3.83$$

$$\text{Cos}50 \ = \frac{OL}{5} \rightarrow \ OL = \ 5\ \text{Cos}\ 50 \ = 3.21$$

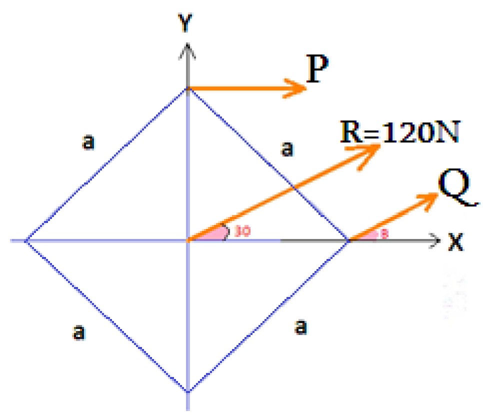
Moment about point A:

$$+\circlearrowright \mu A = \ 5\text{Cos}60 \ * \ (5 - MN) \ - \ 5\text{Sin}60 \ * \ ON + \ 20\text{Sin}40\ (AO + OL) + \ 20\text{Cos}40 \ * \ KL + \ 10\text{Sin}60\ (OP) + \ 10\text{Cos}60\ (AO + PQ)$$

$$+\circlearrowright \mu A = 50\text{Cos}60 \ * \ (5 \ - \ 2.5) - 5\text{Sin}60 \ * \ 4.33 + \ 20\text{Sin}40\ (5 \ + \ 3.21) + \ 20\text{Cos}40 \ * \ 3.83 \ + \ 10\text{Sin}60\ (4.33) + 10\text{Cos}60\ (5 + \ 2.5)$$

$$+\circlearrowright \mu A = \ (\quad) \text{Ib. inch}$$

Example 3.4: Two forces P and Q are perpendicular to the corners A and B of a squar plate ،as shown in the figure (3.9). Determine their magnitude (P and Q) and the angle β ،knowing that their resultant R has amagnitude 120N and the line



of action passing through point D and forming an angle Ө=30° with horizontal axis.

Figure 3.9

نمونە: دوو هێز (P) و (Q) ئەستونن بۆ سوچەکانی (A) و (B)ی پلێتێکی چوارگۆشە، هەر وەك پیشاندراوە لە وێنەی (**3.9**)دا. بڕەکانی (P) و (Q) و گۆشەی (β) دیاری بکە. زانراوە کە بەرەنجامەکەیان (R) نرخی (120N)ی هەیە وە هێڵی کارەکەی بە خاڵی (D) دا دەڕووات وە گۆشەی (Ө=30°) دروست دەکات لەگەڵ تەوەرەی ئاسۆیدا.

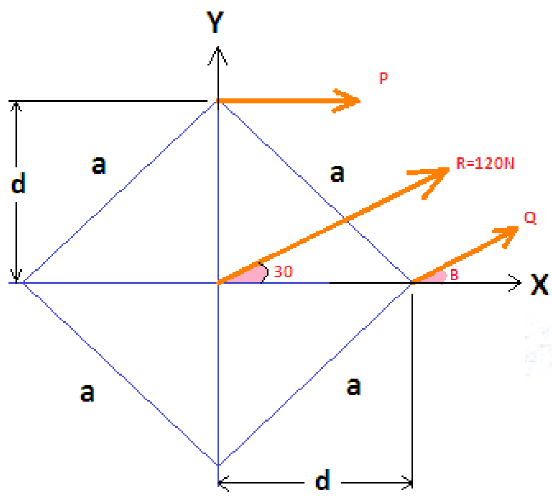
$+\rightarrow \sum Fx = R_x$

$120 * Cos30 = QCos\beta + P$........... 1

$+\uparrow \sum Fy = R_y$

$120 * Sin30 = QSin\beta$

$60 = QSin\beta$.................. 2



تێبینی: ئەگەر سێ نەزانراو و دوو هاوکێشەمان هەبوو ئەوە پەیوەندی بە (moment)ەوە هەیە .

Figure 3.10

Taking moment about point (A) وەرگرتنی زەبر بەدەوری خاڵی

$+↻ M_A = 0$

$(120sin30*d) + (P * d) = 0$

هەردوولا دابەشی (d) دەكەین.

P=120sin30

P =60N

From Equation (1) لە هاوكێشەی یەكەوە

120 * Cos30 = QCosβ + P……….. 1

120*0.86=QCosβ+60……………….2

43.9= QCosβ……….. 1

Equation (2) divided by equation (1) هاوكێشەی دوو دابەش هاوكێشەی یەك

$$\frac{60}{43.9} = \frac{QSin\beta}{QCos\beta}$$

$$\frac{60}{43.9} = \frac{Sin\beta}{Cos\beta} \rightarrow \frac{60}{43.9} = \tan\beta$$

$\beta = \tan^{-1} 1.36 = 53.8$

جوتەك

3.3 Couples

A couple consists of two forces which have equal magnitudes and paralled non collinear lines of action but which are opposite in the characteristics. A couple can be moved to any location without affecting the equilibrium requirements.

جوتەك لە دوو هێز پێكهاتووە كە هەمان بڕیان هەیە وە تەریبن بە یەكتر بەڵام ناكەونە سەر یەك هێڵ و ئاڕاستەكانیان پێچەوانەی یەكترە. جوتەك دەتوانرێت بجوڵێنرێت بۆ شوێنێكی دیكەبەبێئەوەی كاربكاتە سەر پێویستیەكانی هاوسەنگی.

.1The magnitude of moment of the couple بڕی زەبری جوتەك

زەبر=هێز*دوری ستونی

M=Force * pendicular distance

هێز زەبری هەیە وە هەروەها جووتەكیش واتە (couple)یش بەهەمان شێوە زەبری هەیە واتە (moment) ی هەیە.

2. We can change the magnitude of the couple but the moment must be constant.

دەتوانین بڕی جوتەك واتە (couple) بگۆڕین بەڵام پێویستە زەبرەكە واتە (moment) ەكە بە نەگۆڕی بمێنێتەوە.

تێبینی: ئەگەر لە پرسیارێكدا باسی couple ی كرد بەڵام لە وێنەیی پرسیارەكەدا couple نەبوو ئەوا لە وێنەكەیدا moment ەكەی دادەنێ.

3. The moment of acouple does not depend on the position or orientation of the moment axis such as it means the moment is the same for all axis perpendicular to the plane.

زەبری جوتەك بەند نییە لەسەر شوێن و ئاڕستەی تەوەرەی زەبرەکە کە مانای وایە زەبر هەمان شتە بۆ هەموو تەوەرەکان ئەستون بۆ ڕووتەختەکان

$$\text{M}\ aa = +F1 * \frac{d}{2} + F2 * \frac{d}{2}$$

M aa=F1d1 Because F1=F2

Ma'a'=- SF2 + F1 (S + d)

Ma'a' =- SF2 + SF1 + F1d Because F1= F2

Ma'a'= F1 d1

4. The unit of the moment of the couple is the same of the unit of the moment force.

یەکەی پێوانە کردنی زەبری جوتەك هەر هەمان یەکەی پێوانەکردنی زەبری هێزە.

5. دەتوانین زەبری جوتەکەکان لەسەر یەك تەن کۆ بکەینەوە.

Example 3.5: Calculate the moment of the 250N force on the handle about the center bolt.

نمونە: زەبری هێزی (N250) هەژمار بکە لەسەر دەسکەکە بە دەوری چەقی برغوەکەدا.

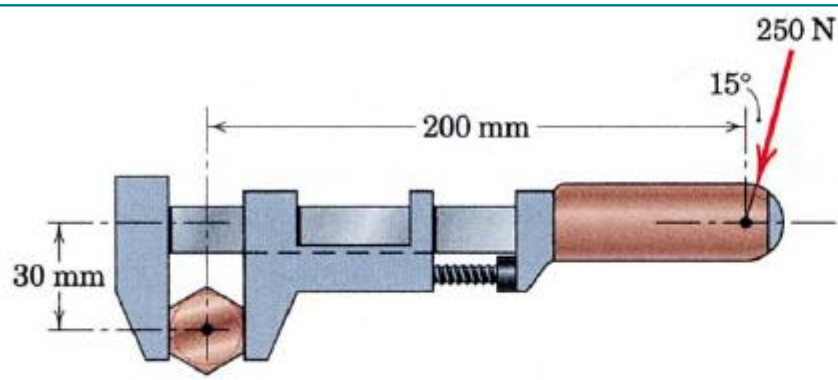


Figure 3.11

Solution:

Fx=250N * Sin15=62.5N

Fy=250 Cos15=240N

کۆی زەبر بە دەوری خاڵی (0) دا=هێزەکان * دوری ستونیەکانیان

∑M about point 0=Force * prependocular distance

=- F * 30 + Fy * 200

=- 62.5 * 30 + 240 * 200

$=-1875 + 48000$

$=46125$ N.m

3.4 Transformation of a couple

گواستنەوەی جوتەکێك

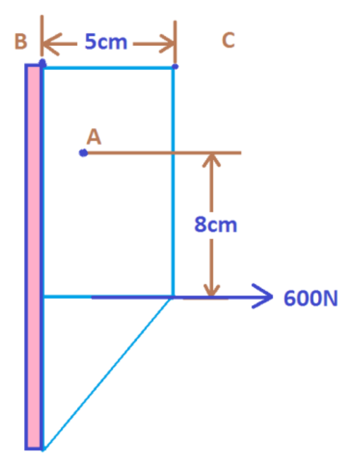
Resolution of a force into a force and couple

ئەگەر تەنێکمان هەبوو دوو هێزی لەسەر بوو دەڵێ بیگۆڕە بۆ هێزێك و جوتەکێك.

چۆنیەتی گۆڕینی لەم نمونەیەدا دەردەکەوێت:

Example 3.6: Replace the 600N force by a force through A and acouple whose act vertically through B and C.

نمونە: هێزە (600N) ەکە بیگۆڕە بە هێزێك لە (A) دا وە جوتەکێك کە بە شاوڵی کاربکات بە ناو (B) و (C) دا.



کە دەڵێت: بیگۆڕە بەو شتە دەبێ شوێنەکەشت پێ بڵێ کە تیایدا دایدەنێیت.

Figure 3.12

ئەم هێزە بگۆڕە بۆ هێزێك و جوتەکێك ی ستونی کە بە B-C دا بڕووات.
ئاگاداربە پێویستە بە وێنەوە بیگۆڕین.
کە دەڵێ هێزەکە بگۆڕە بۆ هێزێك لە خاڵی A ئەوا دەبێ بەهەمان بڕەوە بە هەمان ئاڕاستە لە خاڵی A دا وەك خۆی دا بنێین.
وە هەمان هێز یە هەمان نرخ لە هەمان خاڵدا دایدەنێین وە پێچەوانەی ئاڕاستەی هێزەکەی یەکەم جار لە خاڵەکەدا کە دامان ناوە.

Solution:

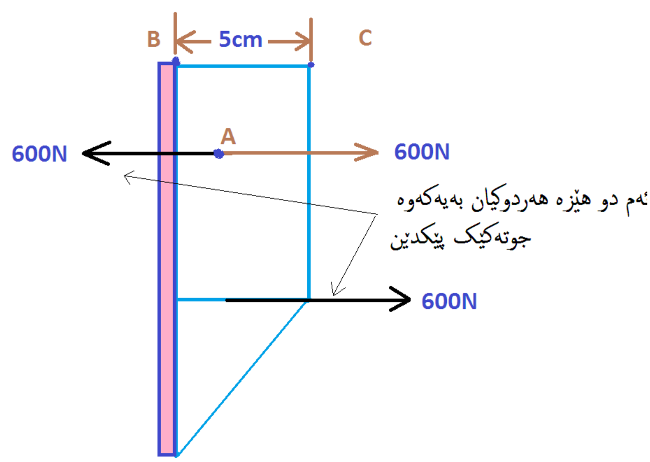


Figure 3.13

ئەم دوو هێزە تەریبە بە یەك وە هەمان نرخیان هەیە.وە پێچەوانەی یەکترن و جوتەکن وە moment یان هەیە.

زەبر=هێز*دوری ستونی

M=F * S

= 8 * 600

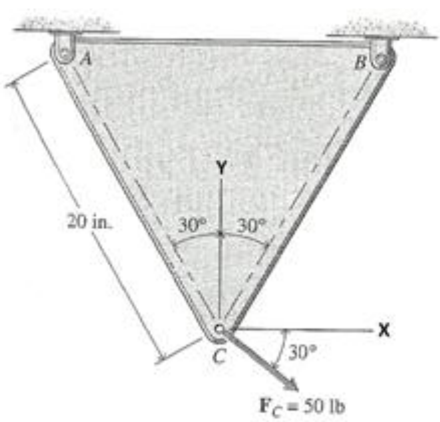
=4800 - N.cm

ئەو moment ەی کە لە وێنەی دووەمدا هەمانە، دەیگۆڕین بۆ couple لە وێنەی سێیەمدا.

M=F * S

4800=F * 5

$F=\frac{4800}{5}=960N$



Example 3.7: Replace the 50lb force shown into: .1force at point B and a couple .2 .a couple at point A.

نمونە: هێز (50lb) ە پیشاندراوەکە بگۆڕە بۆ: 1.هێزێك لە خاڵی (B) دا وە جوتەکێك. 2.جوتەکێك لە خاڵی (A) دا.

Figure 3.14

* ئەگەر هێزێك لە دوو خاڵدا دانرا ئەوا بە شێوەی جوتەك دادەنرێت واتە بەم شێوەیە ↑↓

یان بەم شێوەیە

→

←.

بەڵام ئەگەر هێزێك لە یەك خاڵدا دانرا دەبێت بە شێوەی زەبر دا بنێرێت.

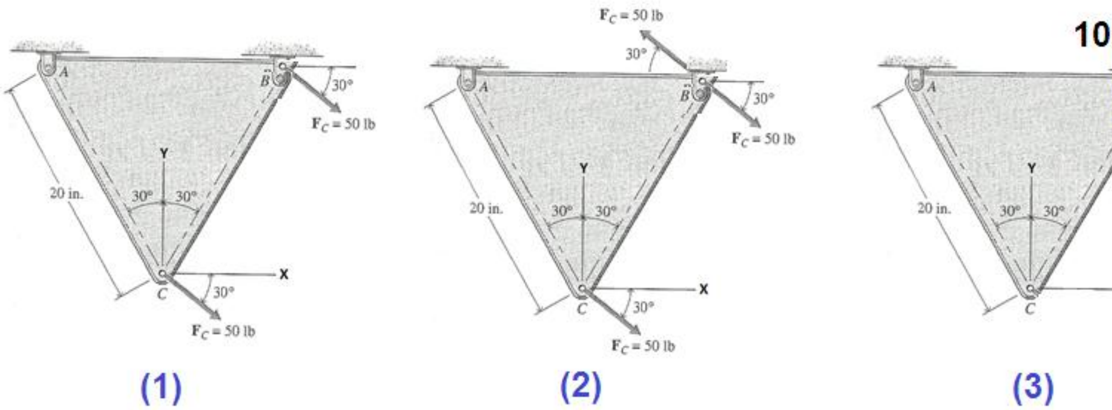
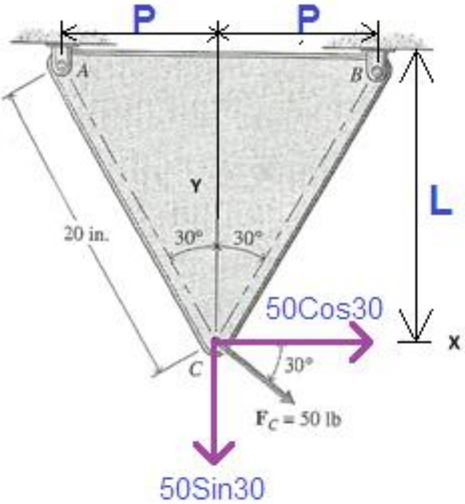


Figure 3.15

M =50 * 20 =- 1000 Ib.in

دەڵێ لە خاڵی B دا وە جوتەك لە یەك خاڵدا دەبێ زەبر دابنێین، بەڵام ئەگەر بیوتایە لە دوو خاڵدا وەك A، B ئەوە دوو هێزی یەكسان و تەریب وە پێچەوانی ئاڕاستەمان دادەنا.



2. داواكاری دووەم

ئەگەر زەبری جوتەكێكمان دۆزیەوە كە جوتەكیش لە دوو هێز پێكهاتووە، ئەم دوو هێزە پێویست ناكات شیتەڵ بكەین ئەگەر لار بوو.

بەڵام ئەگەر زەبری یەك هێزمان دۆزیەوە، بەدەوری خاڵێكدا وە هێزەكەش لار بوو پێویستە شیتەڵی بكەین بۆ دوو پێكنەر پاشان زەبرەكەی بدۆزەرەوە.

Figure 3.16

Sin30 = (P)/ (20) → P=20 Sin30

Cos30= (L)/ (20) → L =20 Cos30

+ɱA =F * S

+ɱA =50Sin30*P - 50Cos30*L

=50 Sin30 * 20 Sin30 – 50Cos30 * 20 Cos30

=250 – 750

+ɱ =-500ib.in

Example 3.8: Replace the three couple bye one couple which the force acting horizontally A and B.

نمونە: سێ جوتەك بگۆڕە بۆ یەك جوتەك كە هێزەكە بە ئاسۆی كاربكات لە (A) و (B) دا.

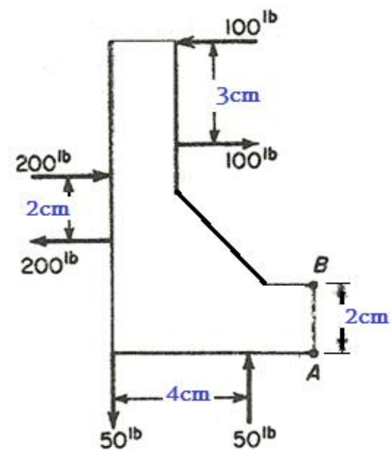
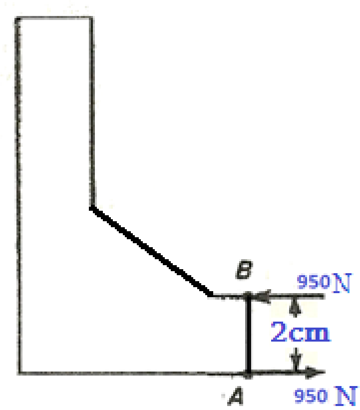


Figure 3.17

ɱ1 =- 100 * 3 =- 300 N.cm

ɱ2 =+ 200 * 2=400 N.cm



M3 =- 500 * 4=400 N.cm

وای دادەنێین بە ئاڕاستەی میللی کاتژمێر moment پۆزەتیڤە.

Total=- 300 - 200 + 400=-1900 N.cm M

M=F * S=→ - 1900=F * 2

F=950 N

Figure 3.18

Example 3.9: The 75lb force is the resultant of the coplanar force system and two additional force ،a vertical force through B and a force through A.
Determine the unknown forces.

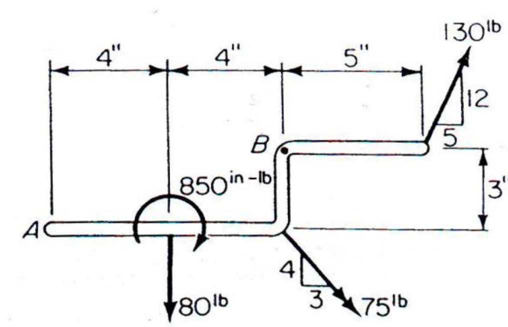


Figure 3.19

نمونە: ئەو 75lb بەر ئەنجامی کۆمەڵە هێزێکی هەروتەختە لەگەڵ دوو هێزی تریشدا کە دیار نییە. هێزە نادیارەکان یەکێکیان هێزێکی ستوونییە vertical لە B دا وە ئەوەی تریان بە A دا تێپەڕ ئەبێت.

∑Fx=Rx

130 Cos67.3 + Px=75 Sin36.8

50 + Px= 45

- 5=Px

Px=5 lb←

چونکە نێگەتیڤ دەرچوو x ی نێگەتیڤ نیشانەکەی بۆ دەستە چەپ.

$\sum Fy = Ry$

-75 Cos36.8 =130Sin67.3 + F-80 + Py ………… 1

Moment of the Resultant force about point A =
Moment of all forces about point A

75 COS36*8 =80 * 4 – F*8 – 130Sin67.3 +130Cos67.3 * 3+850

دوو نەزانراومان هەیە دەبێ زەبر لەو لایەوە وەربگرین کە یەکێ لە نەزانراوەکانی تیایە.

480=+ 320-8F -1559 +150 + 850

719=- 8F → F=90Ib ↓

هێزەکەی خاڵی B

زەبری Resultant بە دەوری خاڵێکدا بە دەوری تەوەرەیەکدا=زەبری هێزەکان هەموویان لەگەڵ ئەو جوتەکەی کە هەیە.

$\sum Fy = R_y$

-75 Cos36.8=130Sin67.3 + F-80 + Py ………… 1

-75 Cos36.8=130Sin67.3 + F-80 + Py

-74.27=119.929 - 90 -80 +Py

170 - 74.27=119.929+ Py

95.8-119.929 =+ Py

$P_y = -24.129\ lb$

$P_y = -24.129\ lb \downarrow$

تێبینی: نازانین ئاڕاستەکەی پۆزەتیڤە یان نێگەتیڤە، خۆمان هەموو کات بە پۆزەتیڤ دای دەنێین ئەگەر نەمان زانی، شیکاری دەکەین ئەگەر نێگەتیڤ بوو ئەوا هێڵکاریەکەی پێویستە بە نێگەتیڤ بکەین.

$P^2 = (-24.129)^2 + (-5)^2$

$P^2 = 582 + 25 = 607$

$P = 24.6 \qquad \tan\beta = \frac{5}{24.129}$

$\beta = 11.72$

Example 3.10: The 150lb force of the resultant of the two force and the couple shown with two vertical force one acting through A and the other through B. Determine the two unknown forces.

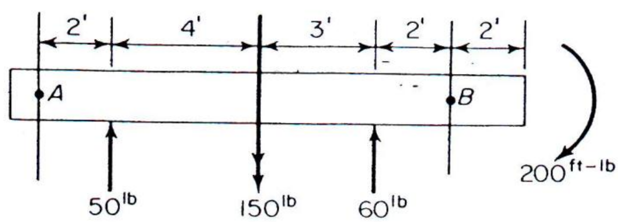


Figure 3.20

نمونە: هێزە (150lb) ەکەی بەرەنجامی دوو هێزەکەو جوتەکەکەی کە پیشان دراوە لەگەڵ دوو هێزی شاوڵی، یەکیان کاردەکاتە سەر خاڵی (A) وە ئەوەی تریان بەناو (B) دا دوو هێزە نەزانراوەکە بدۆزەرەوە.

Solution:

ᴍA=150 * 6=-50 * 2 – 60 * 9 – P *11+ 200

11- 540 – 100 -=900P + 200

11 - 440 -=900P

P= $\frac{1340}{11}$= 121 Ib↓

سەرجەمی هەمویان=R ← چونکه هەموویان تەریبن بە یەك.

150-=F + 50 + 60 -121

139 -=F

F=139 Ib↓

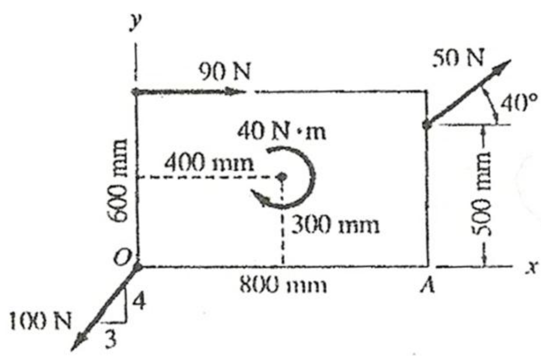
Or

ᴍB=-150 * 5=60 * 2 + 50 * 9 + F * 11 + 200

زەبری R بە دەوری B=زەبری هەموو هێزەکان بە دەوری B + جوتەکەکە.

11+ 450 + 120=750- F + 200

F=- 139=139Ib↓



Example 3.11: The coplanar force system in figure consists of three forces and one couple. Replace them with equivalent force couple system acting at (a) point O (b) point A.

Figure 3.21

نمونە: کۆمەڵە هێزە هاوڕووتەختەکان لەو شوێنەی پێکهاتووە لە سێ هێز و یەك جوتەك، بیان گۆڕە بە هێزێکی هاوتا و سیستمی جوتەکێك کە کاربکات لە (a) خاڵی (b) (O) خاڵی (A)

∑Fx=90 + 38.3 - 60

=68.3N

∑Fy=+ 32.13 - 80

=- 47.87N

$$R = \sqrt{(F1)^2 + (F2)^2 + (2F1F2\cos \propto)} = 83.40N$$

$$\tan a = \frac{4}{3}$$

a =53.2°

$$\tan\theta = \frac{47.87}{68.3}$$

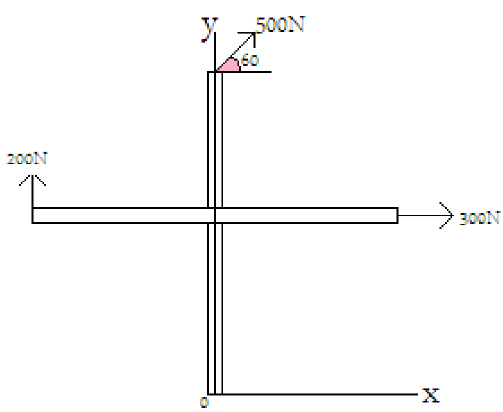
ϴ =35°

+ᶆo=90*0.6 + 38.3 * 0.5-32.13*0.8+40

+ᶆo= 87.44N.m

ᶆA=-80*0.8+90*0.6+38.3 * 0.5+ 40

ᶆA =49.15N.m



Example 3.12: Three forces and a couple are applied to a

bracket as shown in figure Determine: 1.The magnitude and direction of the R. .2The perpendicular distance from point O to the line of action of the resultant. .3The distance from point O to the intercept of the line of action of the resultant with the x-axis.

Figure 3.22

نمونه: سێ هێزو جوتەکێك بەکارهێنران بۆ لە ناویەك وەك لە لەوحەکەدا دیارە. بڕ و ئاڕستەی بەرەنجام دیاری بکە. ماوەی ستوونی لە خاڵی (O) ەوە بۆ هێڵی کاری بەرەنجامەکە لەگەڵ تەوەرەی X دا. دوریەکە لە خاڵی (O) ەوە بۆ یەکتر بڕی هێڵی کاری بەرەنجامەکە.

1.

∑Fx=300+500Cos60

550= N →

∑Fy=200+500Sin60

633= N↑

$R = \sqrt{(550)^2 + (633)^2}$

=839N

Tan= $\frac{633}{550}$ → ϴ=49°

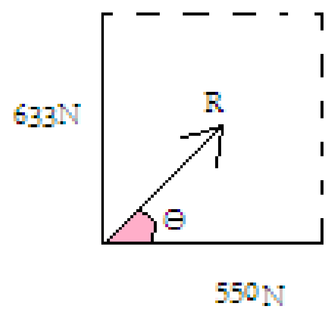


Figure 3.23

2.

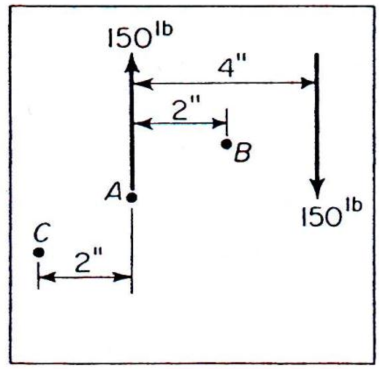
R * d=200 * 0.45 + 300 * 0.4+ 500Cos60 * 0.7- 600

d=254m

زەبری بەرەنجام بە دەوری خاڵی O دا وەکو زەبری هەموو هێزەکان+ جوتەك.

-839*Sin49*S=200*0.45-300*0.4+500Cos60*0.7-600

S=339m



Example 3.13: Determine the moment of the couple in the figure (3.24) with respect to (1) point A; (2) point B; (3) point C.

زەبری جوتەك لە وێنەی (3.24)دا بدۆزەرەوە بەگوێرەی (1) خاڵی (A)؛ (2) خاڵی (B)؛ (3) خاڵی (C).

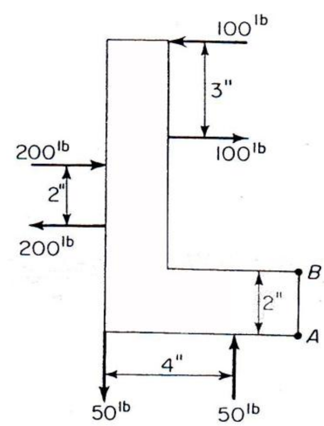
Figure 3.24

1: +↻ ϻA=150 * 4=600in.Ib ↻

2: +↻ ϻB=150 * 2 +150 * 2= 600in.Ib ↻

3:+↻ ϻC=+150 * 6 -150 * 2= 600in.Ib↻

خۆمان ئاڕستەکەمان داناوە، هەر هێزێك پێچەوانەی ئەمە بوو بە نێگەتیڤ دای دەنێین.



Example 3.14: By using the transformations of a couple, replace the three couples of the figure (3.25) by one couple with the forces acting horizontally at A and B.

بە بەکارهێنانی گواستنەوەی جوتەکێك، سێ جوتەکی

وێنەی (**3.25**) بگۆڕە بە جوتەکێك لەگەڵ هێزەکانیدا، ئاسۆییانە کاردەکەن لە A و Bدا.

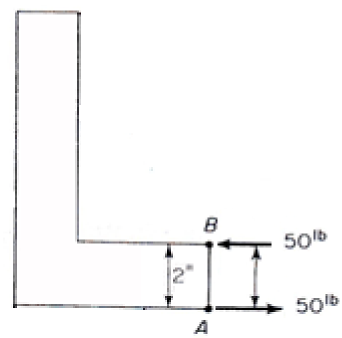
Figure 3.25

دەڵێ بیکە بە دوو هێزی horizontal لە خاڵی A، B دا.

C1=100 * 3=300in.Ib ↺

C2=200 * 2=400in.Ib ↻

C3=50 * 4 =200in.Ib ↺



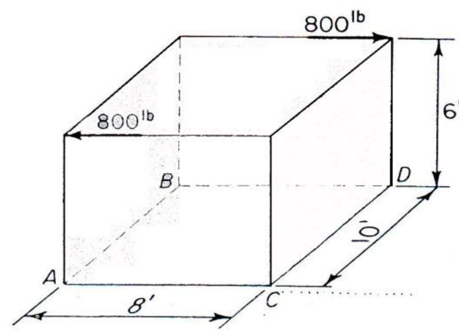
ئەوەی نیشانەکەی پێچەوانەی کاتژمێرە بە نێگەتیف دای دەنێین چونکە خۆی نێگەتیڤە سەرجەمی زەبرەکان کۆ دەکەینەوە.

+↻ CT=-300 + 400 -200=-100=100in.Ib ↺

M=F * s → 100=F * 2 → F=50Ib

Figure 3.26

Example 3.15: By means of the transformation of a couple, replece the couple shown in the figure (**3.27**) by an equivalent couple consisting of horizontal forces which act along AB and CD. Show each step by means of a seprate sketch.



Do not change the external effect on the body at any time.

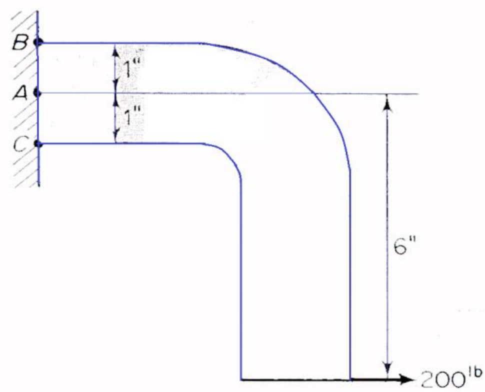
Figure 3.27

بەڕێگای گواستنەوەی جوتەكێك، جوتەكەكەی لە وێنەی (3.27)
پیشاندراوە بگۆڕە بە جوتەكێكی هاوتا كە لە هێزە ئاسۆییەكان پێكبێت كە
بەدرێژایی AB و CD كاردبكات. هەرهەنگاوێك بە ڕێگەی وێنەی
جیاكراوە پیشان بدە. كاریگەریە دەرەكییەكە مەگۆڕە لەسەر تەنەكە لە
هەر كاتێكدا.

$M=800 * 10=8000lb.ft$

$M=F * 8 \rightarrow 8000=F * 8 \rightarrow F=1000lb$

Example 3.16: replace the 200lb force of figure (3.28) by a force which passes through A and a couple whose forces are horizontal and pass through the points B and C.



هێزی (200lb)ی وێنەی (3.28) بگۆڕە
بە هێزێك كە بە خاڵی (A)دا دەڕووات وە
جوتەكێك كە هێزەكانی ئاسۆیین وە بە خاڵەكانی B و C دا دەڕۆن.

Figure 3.28

$M=-200 * 6=-1200in.lb =1200in.lb$

1200=F * 2 →

F=600lb

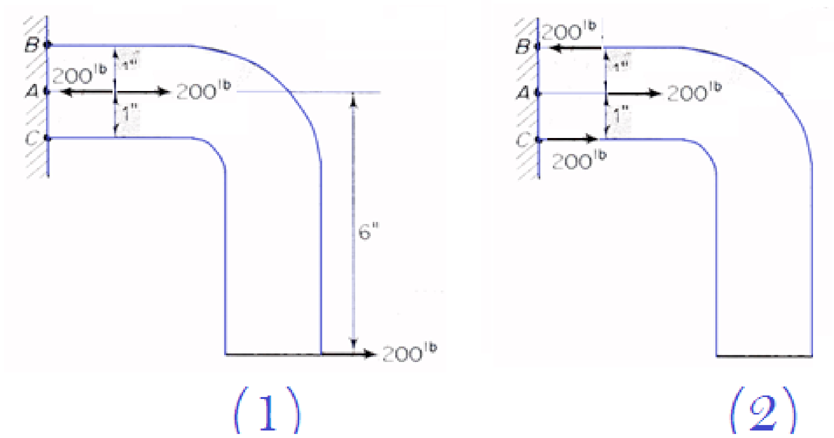
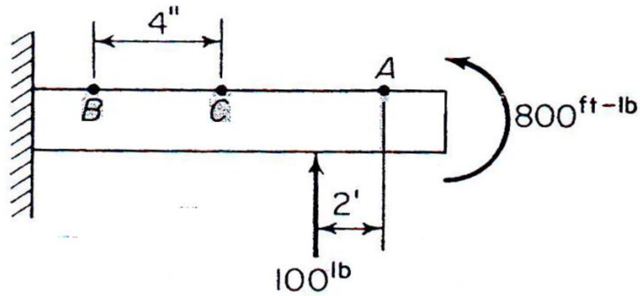


Figure 3.29

Example 3.17: Replace the force and couple shown in figure (**3.30**) with a vertical force at A



and a couple whose forces act vertically at B and C.

Figure 3.30

هێزەکەو جوتەکەکەی پیشاندراوە لە وێنەی (**3.30**) بگۆڕە بە هێزێکی ستونی لە A دا وە جوتەکێك کە هێزەکانی شاولیانە کاردەکەن لە خاڵەکانی B و C دا.

M (couple C) =-100 * 2 + 800

600= lb.in

لەبەر ئەوەی زەبر بەم ئاڕستەیە ** کە واتە بە پێچەوانەی ئەمەوە بە نێگەتیف دادەنرێت.

600=F * 4 → F=150lb

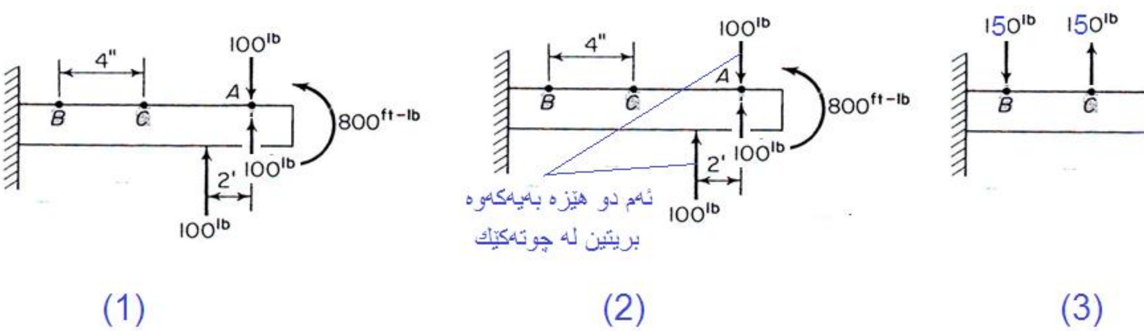


Figure 3.31

Example 3.18: Replace the 90lb force of figure (3.32) by a force which passes through A and a couple whose forces are horizontal and pass through the points B and C.

هێزی (90lb)ی وێنەی (3.32)بگۆڕە بە هێزێك كە بە خاڵی (A)دا دەڕووات وە جوتەكێك كە هێزەكانی ئاسۆیین وە بە خاڵەكانی B و C دا دەڕۆن.

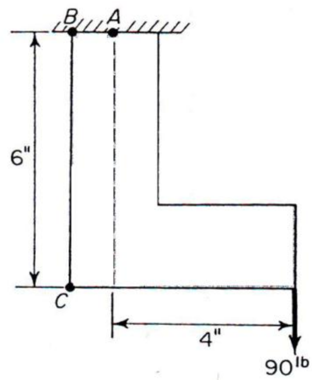
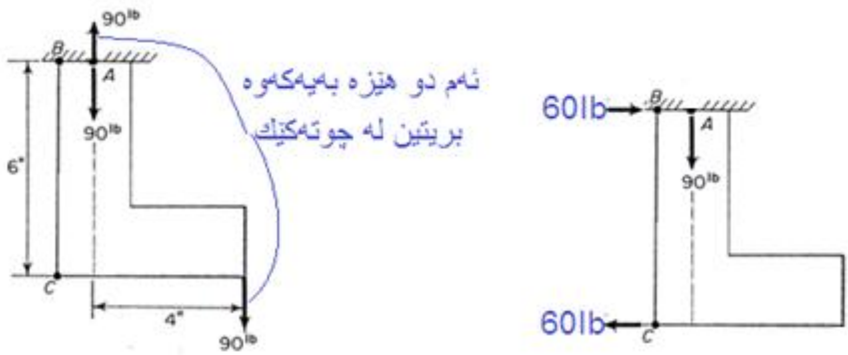


Figure 3.32

$M_C = 90 * 4 = 360$ lb.in

$360 = F * 6 \rightarrow F = 60$ lb



(1) (2)

Figure 3.33

Example 3.19: By means of the transformation of a couple, Replace the 1000Ib force of figure (**3.34**) by a force which passes through A and a couple whose forces act vertically at B and C.

بەڕێگای گواستنەوەی جوتەکێك، هێزی (1000Ib)ی وێنەی (**3.34**)، بگۆڕە بە هێزێك كە بە خاڵی (A)دا دەڕووات وە جوتەکێك کە کە هێزەکانی شاوڵیانە کاردەکەن لە خاڵەکانی B و C دا.

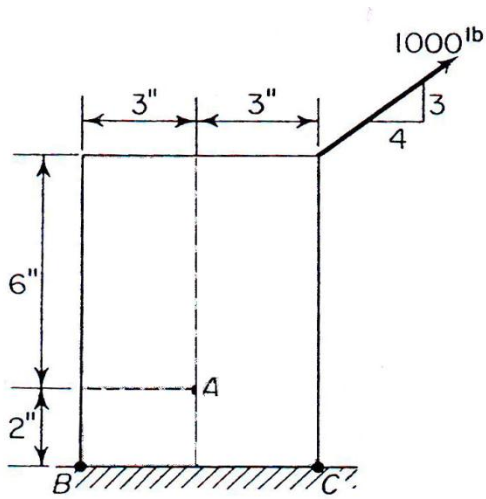


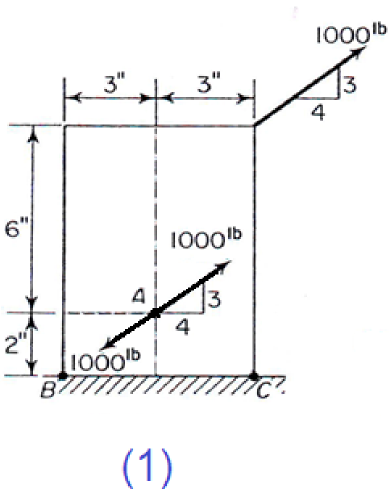
Figure 3.34

$\tan\Theta=\frac{3}{4}$

$\Theta=36.86°$

$M_C=800 * 6 - 600 * 3=3000Ib.in$

$3000=F * 6 \rightarrow F=500Ib$



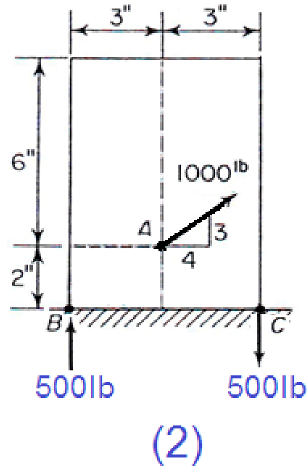
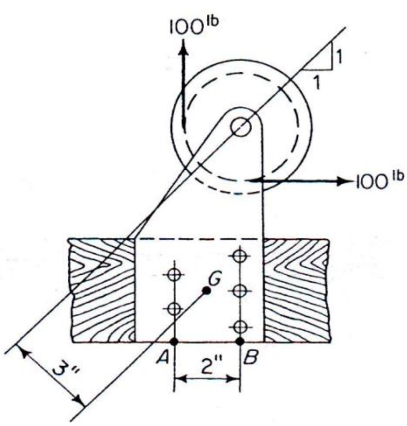


Figure 3.35

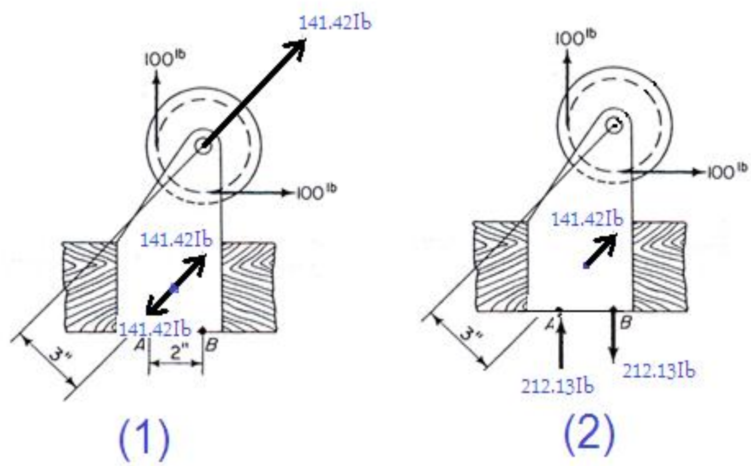


Example 3.20: Replace the two 100lb forces of figure (**3.36**) by a force which passes through G and a couple whose forces act vertically at A and B.

هێزی (100lb)ی وێنەی (**3.36**) بگۆڕە بە هێزێك كە بە خاڵی (G)دا دەڕووات وە جوتەكێك كە كە هێزەكانی شاوڵیانە كاردەكەن لە خاڵەكانی B و C دا.

Figure 3.36

$R = \sqrt{(100)^2 + (100)^2} = 141.42Ib$



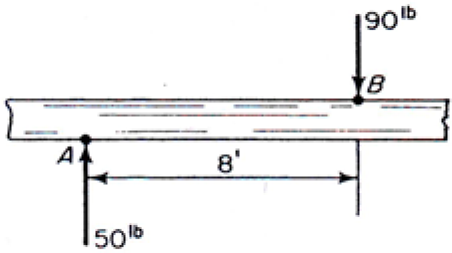
M=141.42*3=424.2Ib.in

Moment=force*distance

424.2=force*2

Force=212.13Ib

Figure 3.37



Example 3.21: By means of the transformation of a couple, Replace the two forces of figure (**3.38**) by a single force.

بەڕێگای گواستنەوەی جوتەكێك، دوو هێزەكەی وێنەی (**3.38**)بگۆڕە بە تاكەهێزێك.

Figure 3.38

Mcople= 50 * 8= 400lb.ft

MB= 40 * d → 400=40d

d=10ft right B

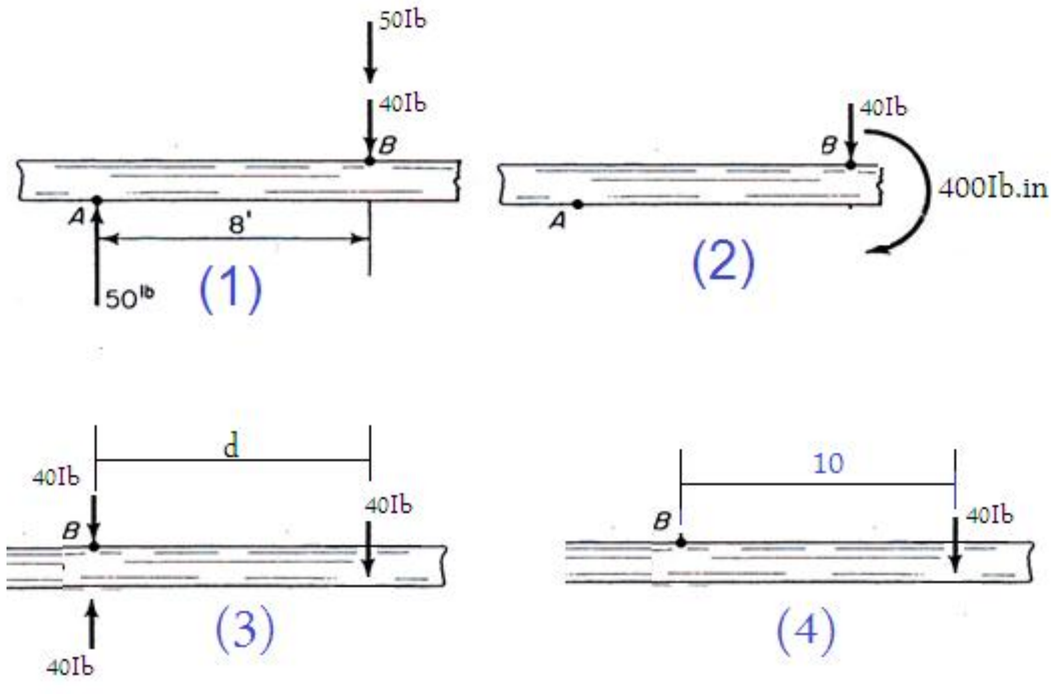
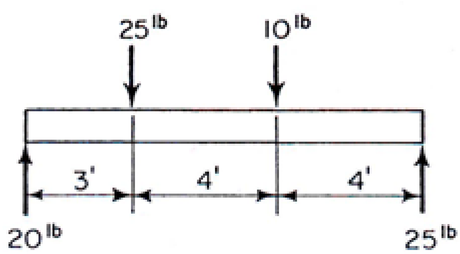


Figure 3.39

MA=90 * 8=720 Ib.ft

MA=40 * d → d= (720)/(40) =18ft right A

Example 3.22: By means of the transformation of a couple, Replace the four forces of figure (**3.40**) by a



single force.

بەڕێگای گواستنەوەی جوتەكێك، چوار هێزەكەی وێنەی (**3.40**)بگۆڕە بە تاكەهێزێك.

Figure 3.40

Moment of Couples=25 * 8 - 10 * 7=130Ib.ft

ɲo=10 *d=130 → d=13′ right point O

′ 2=11- 13right body

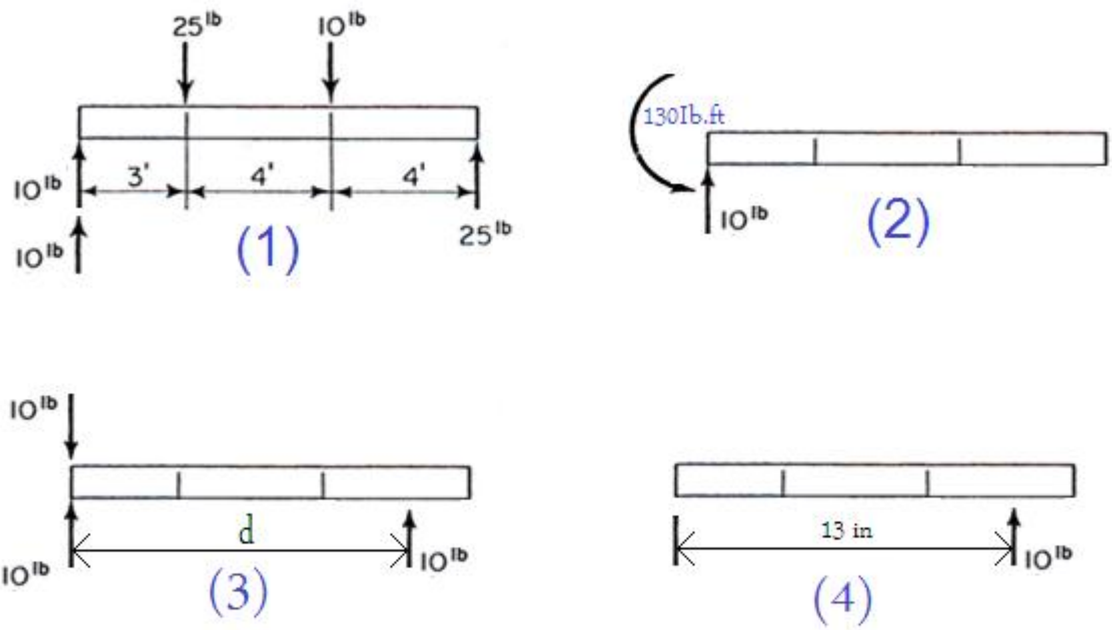
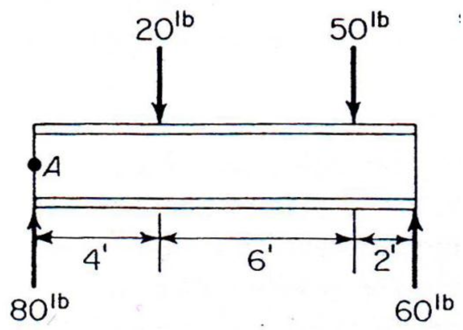


Figure 3.41



Example 3.23: determine the resultant of the parallel coplanar force system of figure (**3.42**), and locate it with respect to point A

بەرەنجامی کۆمەڵە هێزە هاوڕووتەختە تەریبەکەی وێنەی(**3.42**) بدۆزەرەوە، وە بەگوێرەی خاڵی A شوێنەکەی دیاری بکە.

Figure 3.42

+↑R=∑Fy

70 =80 + 60 -20 -50=70lb ↑

Moment of the all forces about point O=Moment of the Resultant force about point O

70*q = 60*12 - 50*10- 20*4

q = $\frac{140}{70}$ =2"

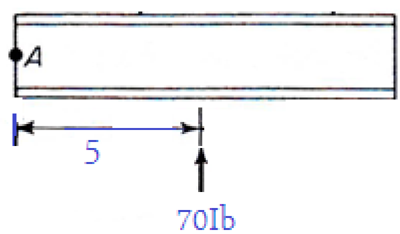
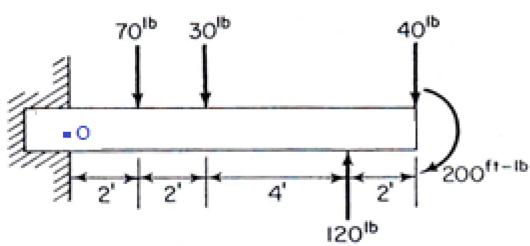


Figure 3.43



Example 3.24: determine the resultant of the force system of figure (**3.44**)

بەرەنجامی کۆمەڵە هێزە ی

وێنەی(3.44) بدۆزەرەوە،

Figure 3.44

+↑Ry=∑Fy

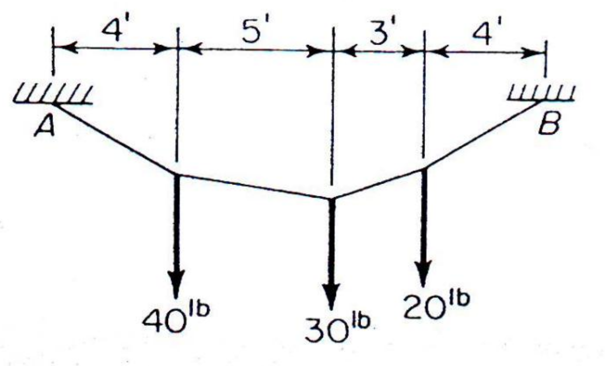
=120 - 40 - 30 – 70=- 20=20lb ↓

Moment of the all forces about point O=Moment of the Resultant force about point O

R * q =(200)+(40* 10)-(120 * 8)+(30 * 4)+(70 * 2)

20*q=200+400-960+120+140

$q= -\frac{100}{20}$=-5 → q=5ft left of point O



Example 3.25: The cable AB of figure (**3.45**) supports three vertical loads. Determine the resultant of these three forces, and locate it with respect to point A.

کێبڵی وێنەی (3.45) سێ باری شاوڵی ڕاگیر دەکات. بەرەنجامی سێ هێزەکە دیاریبکە، وە بەگوێرەی خاڵی A شوێنەکەی دیاری بکە.

Figure 3.45

$+\downarrow R=\sum Fy$

$=40 + 30 + 20$

$=90Ib \downarrow$

Moment of the all forces about point A=Moment of the Resultant force about point A

$90 * q =(40 * 4)+ (30*9) +(20 *12)$

$Q= \frac{670}{90} =7.54$

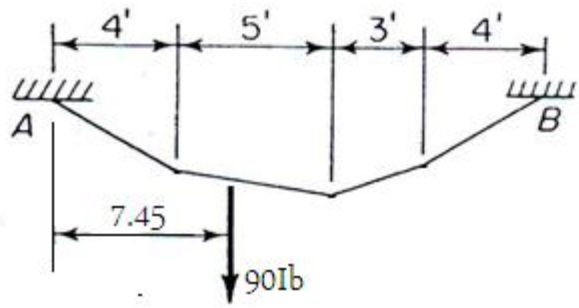
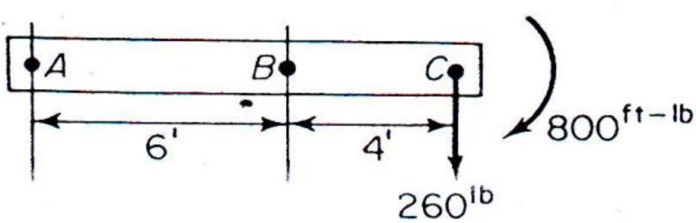


Figure 3.46

Example 3.26: Replace the 260Ib force and the 800ft-Ib couple of figure (**3.47**) with two vertical forces, one at A and the other at B, without changing the external effects on the body. Do not use the transformations of a couple.

هێزە (260Ib)كە و جوتەكە (800ft-Ib)ەكەی وێنەی(**3.47**) بگۆڕە بە دوو هێزی ستونی، یەكێكیان لە



(A)دا وە ئەوەی دیکەیان لە (B)دا، بەبێ گۆڕانی کاریگەری دەرەکی لەسەر تەنەکە. گواستنەوەی جوتەك بەکار مەهێنە.

Figure 3.47

$\sum MA1 = \sum MA2$

$800 + 10 * 260 = FB * 6 \rightarrow FB = 567 lb \downarrow$

$MB1 = \sum MB2$

$4 * 260 + 800 = FA * 6$

$FA = 307 lb \uparrow$

Example 3.27: The 150lb force of figure (**3.48**) is the resultant of the two forces shown and the couple and two other vertical forces, one acting through point A and the other through B. Determine these two unknown forces.

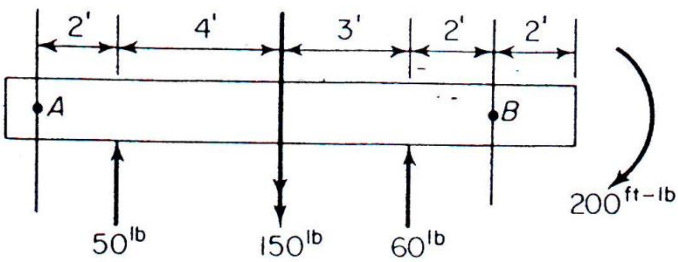


Figure 3.48

هێزە (150lb)ەکەی وێنەی (**3.48**) بریتیەلە بەرەنجامی دوو هێزە پیشاندراوەکە و جوتەکەکە ودو هێزی شاوڵی تر، یەکێکیان بە خاڵی Aدا

کاردەکات وە ئەوەی تریان بە خاڵی B دا. دوهێزە نەزانراوەکە دیاری بکە.

Moment of the all forces about point A=Moment of the Resultant force about point A

150*6=(200)-(60*9)-(50*2)+(FB*11)

FB=121.82Ib ↓

Moment of the all forces about point B=Moment of the Resultant force about point B

150*5=-(50*9)-(60*2)-(200)+(F_A*11)

750=-450-120-200+11* F_A

FA=138.2Ib ↓

کە تۆ خۆت شلکرد، لەڕوی ناکەسێ

دەڵێ: بروانە، چۆن لەم دەترسێ

(پیرەمێرد)

نوسەر لە ماڵێکدا پەیدا نابێت، کتێبی تێدا نەبوبێت

(دۆریس لێسینگ)

English	کوردی
Units of measurement	یەکەکانی پێوانەکردن
Quantities	هێندەکان
Length	درێژی
Mass	بارستای
Time	کات
Force	هێز
Velocity	خێرای
Acceleration	تاودان
Area	ڕووبەر
Density	چڕی
Work	ئیش
Moment of force	زەبری هێز
Power	توانا
Pressure	پەستان
Unit	یەکە
Scalar quantities	هێندە بێ ئاڕاستەکان
vector quantities	هێندە ئاڕاستەبڕەکان
Magnitude	بڕ
action	کار
Direction	ئاڕاستە
state	حاڵەت
Resultant	بەرئەنجام
Inclined	لار
Component	پێکنەر
Summation	کۆکردنەوە

Axis	تەوەرە
Condition	مەرج
Condition	حاڵەت
In order that	بۆ ئەوەی
Determine	دیاری بکە
Resultant of force system	بەرئەنجامی کۆمەڵە هێز
Moment	زەبر
Torque	زەبر
With respect to	بە گوێرەی
Product	لێکدراو
Force	هێز
perpendicular	ئەستون
act	کاردەکاتە سەری
Couple	جوتەك
rigid body	تەنی سەخت
Consist of	پێکهاتووە
Parallel	تەریب
Opposite	پێچەوانە
Angle	گۆشە
unknown forces	هێزە نادیارەکان
through	بەناو
Equilibrium	هاوسەنگبوون
Equations	هاوکێشەکانی
ignored	پشتگوێخراو
free body diagram (FBD)	هێڵکاری تەنی سەربەست

problems	گرفت
Reactions	کاردانەوەکان
Centroid	چەق
center of Gravity	چەقی قورسایی
specific weight	کیشە چڕە
Simi arc	نیمچەچەماوە
Ellipse	هێلکەی
Moment of inertia or Second moment	زەبری بارنەگۆڕین (زەبری دووەم)
Polar moment of inertia	زەبری بارنەگۆڕی جەمسەری
Parallel axis theorem	بیردۆزی تەوەرە تەریبەکان
Radius of Gyration	نیوە تیرەی خولانەوە
strip	تیزماڵ
element	تیلماسك
element	توخم
Parabola	بڕگەهاوتا
Product moment of inertia	زەبری لێکدراوی بارنەگۆڕی
Analysis of Structures	شیکردنەوەی بنیات
truss	داربەست
Member	پەل
joints	جومگەکان
planar truss	داربەستی تەخت
section	بڕگە
hinge	ئەنجامە
Friction	لێکخشاندن
static friction	وەستاوە لێکخشاندن

kinetic friction	جووڵاوە لێکخشاندن
Coefficient of Friction	هاوکۆلکەی لێکخشاندن
angle of the incline surface	گۆشە لاری ڕووەلێژەکە
angle of repose	گۆشەی پشو
Angle of friction	گۆشەی لێکخشاندن
Beam	ڕاجە
Cable	کێبڵ
SIMPLY SUPPORT BEAM	ڕاجەی بەسادەیی ڕاگیراو
Over hanging Beam	ڕاجەی لا هەڵواسراو
CANTILEVER BEAM	نوێڵە ڕاجە
indeterminate beams	ڕاجە نادیارەکان
PROPPED BEAM	کۆڵەکە ڕاجە
FIXED or RESTRAINED BEAM	ڕاجەی چەسپاو یان جڵەوگیر کراو
CONTINUOUS BEAM	ڕاجەی بەردەوام
AXIAL FORCE	هێزی تەوەرەیی
SHEAR FORCE	هێزی بڕەر
BENDING MOMENT	زەبری چەمانەوە
bending in Beam	چەمینەوە لە ڕاجەدا
bending stress	فشاری چەمانەوە
Assumptions	گریمانەکان
involved	بەشدارن
theory	بیردۆز
design	نەخشەسازی
loading	بار کردن
point load	باری خاڵ

distributed load	بار دابەشبوی
Beam deflection	خوار بونەوەی ڕاجە
Beam span	ماوەی ڕاجە
shear force diagrams	هێڵکاریەکانی هێزی بڕەر
bending moment diagrams	هێڵکاریەکانی زەبری چەمانەوە
bolt	برغوو
collinear	هاوهێڵ
compression	پەستاوتن
Concentrated force	هێزی چەقبەستوو
concurrent	بەیەکگەیشتوو
connection	تێکبەست
coplanar	هاوڕوتەخت
Cross-section	پانەبڕگە
curve	چەماوە
deformation	شێوەتێکچون
degree	پلە
disk	پەپکە
Distributed load	باری دابەشکراو
load	بار
loading	بارکردن
fixed	چەسپاو
homogeneous	چوونیەك
horizontal	ئاسۆی
Integration	تەواوکاری
Line	هێڵ
Line of action	هێڵی کار

maximum and minimum	زۆرترین و کەمترین
object	تەن
body	لەش
Parallelogram	لاتەریب
particle	تەنۆلکە
pin	بەڕووله
polar	جەمسەری
radius of gyration	نیوەتیرەی خولانەوە
resolution	شیتەڵکردن
rivet	پەرچ
roller	خولخلۆکە
roof	سەربان
rotation	خولانەوە
smooth	ساف
static	وەستاو
statics	وەستانزانی
Strength	بەرگەگرتن
Stress	فشار
Structure	بنیات
Summation	سەرجەم
Support	پاڵپشت
symmetry	هاوجێ
Tension	گرژی
Transformation	گواستنەوە
Uniform	ڕێك
Vertical	شاوڵی

volume	قەبارە
Weight	کێش
Welding	لکاندن

Referennce: سەرچاوەکان:

1. Eng-mechanics, Static and Dynamics By: “Archie hiegdom”
2. Engneering mechanics, Volume 1, Statics, fifth edition By: J. L. Meriam and L. G. Karaige.
3. VECTOR MECHANICS,for ENGINEERS TENTH EDITION, STATICS |DYNAMICS By: Beer I Johnston I Mazurek I Cornwell
4. Engneering mechanics, Statics, Twelfth edition By: R. C. Hibbeler